

黑龙江省地方计量技术规范

JJF（黑）XX—2024

丁字尺校准规范

Calibration Specification for T-squares

 （审定稿）

2024-XX-XX发布 2024-XX-XX实施

黑龙江省市场监督管理局 发 布

丁字尺校准规范

JJF（黑）XX—2024

Calibration Specification

for T-squares

归口单位：黑龙江省市场监督管理局

主要起草单位：鸡西市检验检测中心

本规范委托鸡西市检验检测中心负责解释

本规范主要起草人：

宋 阳（鸡西市检验检测中心）

袁雯雯（鸡西市检验检测中心）

闫跃忠（齐齐哈尔市检验检测中心）

于 超（鸡西市检验检测中心）

杨 光（鸡西市检验检测中心）

李世岩（哈尔滨市计量检定测试院）

张宏宇（鸡西市检验检测中心）

参加起草人：

 姜 毅（鸡西市检验检测中心）

吴 滨（鸡西市检验检测中心）

胡爱春（鸡西市检验检测中心）

目录

引言 （II）

1 范围 （1）

2 引用文件 （1）

3 概述 （1）

4 计量特性 （2）

4.1 刻线宽度 （2）

4.2 刻线面的平面度偏差 （2）

4.3 工作边的直线度偏差 （2）

4.4 直角误差 （3）

4.5 示值误差 （3）

5 校准条件 （3）

5.1 环境条件 （3）

5.2 测量标准及其他设备 （3）

6 校准方法 （4）

6.1 刻线宽度 （4）

6.2 刻线面的平面度 （4）

6.3 工作边的直线度 （4）

6.4 直角误差 （4）

6.5 示值误差 （5）

7 校准结果表达 （5）

8 复校时间间隔 （5）

附录A 丁字尺校准记录格式（推荐性） （6）

附录B 丁字尺校准证书内页格式（推荐性） （7）

附录C 石油丁字尺示值误差测量结果的不确定度评定示例 （8）

附录D 石油丁字尺直角误差测量结果的不确定度评定示例 （11）

引 言

JJF 1071—2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001—2011《通用计量术语及定义》、JJF 1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》共同构成支撑本规范制定工作的基础性系列规范。

本规范为首次发布。

丁字尺校准规范

1 范围

本规范适用于测量范围为不大于2000 mm的石油专用丁字尺和测量范围为不大于1200 mm的合成树脂绘图丁字尺的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJG 1 钢直尺

JJG 4 钢卷尺

JJG 30 通用卡尺

GB/T 13236 石油和液体石油产品 储罐液位手工测量设备

QB/T 1474.4 绘图仪尺 丁字尺

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。

3 概述

石油专用丁字尺（以下简称石油丁字尺）是测量主要按空高标定小型罐内液体数量的计量器具，一般为铜、木材等材料制成。其结构由手柄、横尺、横尺工作面、刻线、主尺和主尺工作边等组成。结构示意图如图1所示。



6

图1 石油丁字尺结构示意图

1—手柄；2—横尺；3—横尺工作面；4—刻线；5—主尺；6—主尺工作边

合成树脂绘图丁字尺（以下简称绘图丁字尺）是用于绘图行业的绘图仪尺，其材质为合成树脂。主要由尺头、尺头工作面、主尺、主尺工作边和刻线等组成。结构示意图如图2所示。

图2 绘图丁字尺结构示意图

1—尺头；2—尺头工作面；3—主尺；4—主尺工作边；5—刻线

4 计量特性

### 4.1 刻线宽度

4.1.1石油丁字尺的刻线宽度不超过0.5 mm。

4.1.2绘图丁字尺的刻线宽度为（0.10～0.30）mm。

### 4.2 刻线面的平面度偏差

刻线面的平面度偏差见表1。

 表1 刻线面的平面度偏差 mm

|  |  |
| --- | --- |
| 石油丁字尺 | 绘图丁字尺 |
| 测量范围 | 平面度偏差 | 测量范围 | 平面度偏差 |
| *L*≤500 | ≤1.7 | *L*≤600 | ≤1.7 |
| 500＜*L*≤1000 | ≤2.0 | 600＜*L*≤1200 | ≤2.0 |
| 1000＜*L*≤1500 | ≤3.7 | —— | —— |
| 1500＜*L*≤2000 | ≤4.0 | —— | —— |

## 4.3 工作边的直线度偏差

工作边的直线度偏差见表2。

 表2 工作边的直线度偏差 mm

|  |  |
| --- | --- |
| 石油丁字尺 | 绘图丁字尺 |
| 测量范围 | 直线度偏差 | 测量范围 | 直线度偏差 |
| *L*≤500 | ≤0.30 | *L*≤600 | ≤0.30 |
| 500＜*L*≤1000 | ≤0.50 | 600＜*L*≤1200 | ≤0.50 |

 表2 工作边的直线度偏差（续） mm

|  |  |
| --- | --- |
| 石油丁字尺 | 绘图丁字尺 |
| 测量范围 | 直线度偏差 | 测量范围 | 直线度偏差 |
| 1000＜*L*≤1500 | ≤0.80 | —— | —— |
| 1500＜*L*≤2000 | ≤1.00 | —— | —— |
| 横尺工作面 | ≤0.10 | —— | —— |

### 4.4 直角误差

直角误差见表3。

表3 直角误差 ′

|  |  |
| --- | --- |
| 石油丁字尺 | 绘图丁字尺 |
| ±30 | ±7 |

### 4.5 示值误差

石油丁字尺全长的示值误差不超过±1.0 mm。

绘图丁字尺的示值误差不超过表4的要求。

 表4 绘图丁字尺的示值误差 mm

|  |  |
| --- | --- |
| 测量范围 | 示值误差 |
| *L*≤600 | ±1.0 |
| 600＜*L*≤900 | ±1.2 |
| 900＜*L*≤1200 | ±1.5 |

注：以上所有计量特性要求仅供参考，不作为判定依据。

5 校准条件

### 5.1 环境条件

环境温度：(20±5)℃，且校准前将校准用标准器具与被校尺在规定温度下等温不少于4 h。

5.2 测量标准及其他设备

测量标准及其他设备见表5。

表5 测量标准及其他设备

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 校准项目 | 石油丁字尺 | 绘图丁字尺 |
| 1 | 刻线宽度 | 读数显微镜MPEV：10 μm |
| 2 | 刻线面的平面度 | 平板2级；塞尺MPE:±(0.005～0.048)mm；量块5等 |
| 3 | 工作边的直线度 | 平板2级；塞尺MPE:±(0.005～0.048)mm；量块5等 |
| 刀口形直尺MPEs:1.0 μm | —— |
| 4 | 直角误差 | 游标万能角度尺MPE:±2′ |
| 5 | 示值误差 | 三等标准金属线纹尺MPE:±(0.03+0.02*L*)mm |
| 注：*L*为三等标准金属线纹尺的标称长度，以米为单位。 |

6 校准方法

6.1 刻线宽度

在被校尺上任意选取3条刻线，用读数显微镜测量其宽度，取其最大值作为校准结果。

### 6.2 刻线面的平面度

将被校尺放在平板上，使刻线面与平板接触，用塞尺进行测量，主尺工作边底面与平板间的最大间隙作为校准结果。如果刻线面的平面度超过3 mm，使用相应尺寸的量块进行测量。

### 6.3 工作边的直线度

6.3.1 将被校尺放在平板上，使主尺的两侧面分别与平板接触，用塞尺进行测量，尺身工作边与平板间的最大间隙作为校准结果。

6.3.2 将刀口形直尺工作棱边与石油丁字尺横尺工作面接触，用塞尺进行测量，刀口形直尺工作棱边与横尺工作面的最大间隙作为校准结果。

### 6.4 直角误差

将游标万能角度尺的两测量面分别与被校尺主尺工作边和横尺（或尺头）工作面均匀接触并靠紧，读取游标万能角度尺的示值，直角标称值（即90°）与游标万能角度示值之差即为直角误差，且被校尺的主尺两侧直角均应测量，取最大值作为校准结果。直角误差按公式（1）计算：

  （1）

式中：

 ——直角误差，′；

——直角标称值，即90°；

——游标万能角度尺示值，′。

### 6.5 示值误差

用三等标准金属线纹尺进行测量，选取被校尺测量范围内均匀分布的（3～5）个校准点。测量时，调整被校尺的位置，将两尺零刻线对齐，使其测量轴线与三等标准金属线纹尺的测量轴线平行，并用夹具紧固，读数时以各刻线中心为准。各校准点示值误差以该点标称值与三等标准金属线纹尺的示值之差来确定，示值误差按公式（2）计算：

  （2）

式中：

 ——被校尺受校点的示值误差，mm；

——被校尺受校点的标称值，mm；

——三等标准金属线纹尺的示值，mm。

当被校尺全长大于1000 mm时，可用分段法进行测量，全长示值误差为各段示值误差的代数和。

7 校准结果表达

经校准后的丁字尺出具校准证书，给出校准结果及扩展不确定度。校准记录格式见附录A（推荐性），校准证书内页的信息和格式见附录B（推荐性）。

8 复校时间间隔

由于复校时间间隔的长短是由设备的使用情况、使用者、设备本身质量等诸因素所决定的，因此，送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔，建议复校时间间隔不超过1年。

附录A

丁字尺校准记录格式（推荐性）

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 委托单位 |  | 证书编号 |  |
| 制造厂商 |  | 仪器名称 | □石油丁字尺 □绘图丁字尺 |
| 校准依据 |  | 环境温度 | ℃ |
| 校准日期 |  | 规格型号 |  |
| 校准人员 |  | 出厂编号 |  |
| 核验人员 |  | 校准地点 |  |
|  校准使用的计量标准器 |
| 名称 | 型号规格 | 测量范围 | 不确定度/准确度等级/最大允许误差 | 证书编号 | 有效期至 |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| 序号 | 校准项目 |  校准结果 |
| 1 | 刻线宽度（mm） |  |  |  |
| 2 | 刻线面的平面度偏差（mm） |  |
| 3 | 工作边 | 直线度偏差（mm） |  |
| 横尺工作面 |  |
| 4 | 直角误差（ ′） | 正面左侧 |  | 扩展不确定度（*k*=2） |  |
| 正面右侧 |  |
| 5 | 示值误差（mm） | 校准点 | 测量值 | 示值误差 | 扩展不确定度（*k*=2） |
|  |  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
| 全长示值误差 |  |  |

附录B

丁字尺校准证书内页格式（推荐性）

校 准 结 果

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | 刻线宽度（mm） |  |
| 2 | 刻线面的平面度偏差（mm） |  |
| 3 | 工作边 | 直线度偏差（mm） |  |
| 横尺工作面 |  |
| 4 | 直角误差（ ′） |  |
| 扩展不确定度（*k*=2） |  |
| 5 | 校准点（mm） | 示值误差（mm） | 扩展不确定度（*k*=2） |
|  |  |  |
| 全长示值误差（mm） |  |  |

附录C

## 石油丁字尺示值误差测量结果的不确定度评定示例

C.1 概述

C.1.1 被校仪器：石油丁字尺，测量范围：（0～1000）mm。

C.1.2 测量标准：三等标准金属线纹尺测量范围：（0～1000） mm， MPE：±（0.03+0.02*L*）mm（*L*为三等标准金属线纹尺的标称长度，以米为单位）。

C.1.3 环境条件：环境温度：20 ℃。

C.1.4 测量方法：依据本规范中的6.5规定，对1000 mm校准点的示值误差进行测量不确定度评定。

C.2 测量模型



 （1）

令 ，则 （2）

 ，则 （3）

将（2）、（3）式带入（1）式中得

式中：

——被校尺受校点的示值误差，mm；

——被校尺受校点的标称值，mm；

——三等标准金属线纹尺的示值（20℃条件下），mm；

——被校尺的线热膨胀系数，℃-1；

——三等标准金属线纹尺的线热膨胀系数，℃-1；

——被校尺的温度与20℃参考温度的差值，℃；

——三等标准金属线纹尺的温度与20℃参考温度的差值，℃。

——被校尺与三等标准金属线纹尺的温度差，℃；

——被校尺与三等标准金属线纹尺的线热膨胀系数差，℃-1。

C.3 灵敏系数和合成方差

灵敏系数： ，

，

，



因各输入量之间不相关，则合成方差为：



C.4 标准不确定度分量评定

C.4.1 测量重复性引入的标准不确定度

在重复性条件下，使用三等标准金属线纹尺对被校尺的1000 mm校准点进行10次测量，测得值为（单位：mm）：999.5，999.4，999.5，999.4，999.4，999.4，999.6，999.5，999.5，999.6。

由贝塞尔公式计算其单次测得值实验标准偏差为：

 

在实际测量中，以单次测得值作为测量结果，则：

 

C.4.2 估读误差引入的标准不确定度

三等标准金属线纹尺的分度值为0.2 mm，取分度值估读的1/2，按均匀分布，因一次测量带入两次估读误差，则：

 

C.4.3 三等标准金属线纹尺最大允许误差引入的标准不确定度

该三等标准金属线纹尺最大允许误差为±0.05 mm，按均匀分布，则：

 

C.4.4 被校尺与三等标准金属线纹尺的线热膨胀系数差引入的标准不确定度

在20℃时，纯铜被校尺的线热膨胀系数为 ℃-1 ，三等标准金属线纹尺的线热膨胀系数为 ℃-1，二者线热膨胀系数差为 ℃-1 ，

按三角分布，假设实验室偏离标准温度为最大值5 ℃，则：

 



C.4.5 被校尺与三等标准金属线纹尺的温度差引入的标准不确定度

经温度平衡后，估计两者温度差约为0.5 ℃，按均匀分布 ,则：





C.5 合成标准不确定度计算

表C.1 标准不确定度分量汇总表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 标准不确定度分量 | 不确定度来源 | 的值 | 灵敏系数 |  |
|  | 测量重复性 |   |   |  |
|  | 估读误差 |  |   |  |
|  | 三等标准金属线纹尺最大允许误差 |  |  |  |
|  | 被校尺与三等标准金属线纹尺的线热膨胀系数差 |    |  |  |
|  | 被校尺与三等标准金属线纹尺的温度差 |  |  |  |

为了避免重复计算，测量重复性引入的标准不确定度和估读误差引入的标准不确定度取较大值作为合成标准不确定度的分量。

故合成标准不确定度为：



C.6 扩展不确定度

取包含因子 ，则扩展不确定度为：



附录D

## 石油丁字尺直角误差测量结果的不确定度评定示例

D.1 概述

D.1.1 被校仪器：石油丁字尺，MPE：±30′。

D.1.2 测量标准：游标万能角度尺，测量范围：0°～320°,MPE：±2′。

D.1.3 环境条件：环境温度：20 ℃。

D.1.4 测量方法：依据本规范中的6.4规定。

D.2 测量模型

 

式中：

 ——直角误差，′；

——直角标称值，即90°；

——游标万能角度尺示值，′。

D.3 灵敏系数和合成方差

灵敏系数： ，



因各输入量之间不相关，则合成方差为：



D.4 标准不确定度分量评定

D.4.1 测量重复性引入的标准不确定度

在重复性条件下，使用游标万能角度尺对被校丁字尺的直角进行10次测量，测得值为：90°2′、90°2′、90°2′、90°2′、90°0′、90°0′、90°2′、90°2′、90°2′、90°0′。

由贝塞尔公式计算其单次测得值实验标准偏差为：

 ′

在实际测量中，以单次测得值作为测量结果，则：

 ′

D.4.2 估读误差引入的标准不确定度

游标万能角度尺的分度值为2′，取分度值估读的1/2，按均匀分布，则：

 ′

D.4.3 游标万能角度尺最大允许误差引入的标准不确定度

该游标万能角度尺最大允许误差为±2′，按均匀分布，则：

 ′

D.5 合成标准不确定度计算

表 D.1 标准不确定度分量汇总表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 标准不确定度分量 | 不确定度来源 | 的值 | 灵敏系数 |  |
|  | 测量重复性 |  0.97′ |  1 |  0.97′ |
|  | 估读误差 |  0.58′ |  1 |  0.58′ |
|  | 游标万能角度尺示值误差 |  1.15′ | -1 |  1.15′ |

为了避免重复计算，测量重复性引入的标准不确定度和估读误差引入的标准不确定度取较大值作为合成标准不确定度的分量。

故合成标准不确定度为：

 ′

D.6 扩展不确定度

取包含因子 ，则扩展不确定度为：

′

**JJF（黑）xx—2024**