

JJF(闽)1125-2022

JJF

# 福建省地方计量技术规范

JJF(闽)1125-2022

## 土工布测厚仪校准规范

Calibration Specification for the Thickness of Geosynthetics Determinator

2022-03-01 发布

2022-06-01 实施

福建省市场监督管理局 发布

# 土工布测厚仪校准规范

JJF (闽) 1125-2022

Calibration Specification for  
the Thickness of Geosynthetics Determinator

归口单位：福建省市场监督管理局  
起草单位：福建省计量科学研究院  
参加起草单位：福建省交设工程试验检测有限公司

本规范委托福建省计量规范技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

陈 鑫（福建省计量科学研究院）

谢石昊（福建省计量科学研究院）

参加起草人：

张小玲（福建省交设工程试验检测有限公司）

福建省地方计量技术规范

## 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 压脚面积 .....	( 2 )
4.2 指示器示值 .....	( 2 )
4.3 输出压力 .....	( 2 )
5 校准条件 .....	( 2 )
5.1 环境条件 .....	( 2 )
5.2 测量标准及其他设备 .....	( 2 )
6 校准项目和校准方法 .....	( 2 )
6.1 校准前准备 .....	( 2 )
6.2 压脚面积 .....	( 2 )
6.3 指示器示值 .....	( 2 )
6.4 输出压力 .....	( 3 )
7 校准结果表达 .....	( 3 )
8 复校时间间隔 .....	( 4 )
附录A 土工布测厚仪校准记录(格式) .....	( 5 )
附录B 土工布测厚仪校准证书内页(格式) .....	( 7 )
附录C 土工布测厚仪测量结果不确定度评定(示例) .....	( 8 )



## 引 言

本规范依据 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》和 JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》为基础性系列规范进行制定。

本规范主要参考了 GB/T 13761.1《土工合成材料 规定压力下厚度的测定 第1部分：单层产品厚度的测定方法》、SL 235-2012《土工合成材料测试规程》和 JTG E50-2006《公路工程土工合成材料试验规程》等标准和技术规范编制而成。

本规范为首次制定。

福建省地方计量技术规范



## 土工布测厚仪校准规范

### 1 范围

本规范适用于土工布测厚仪的校准。

### 2 引用文件

本规范引用下列文件：

GB/T 13761.1 土工合成材料 规定压力下厚度的测定 第1部分：单层产品厚度的测定方法

SL 235-2012 土工合成材料测试规程

JTG E50-2006 公路工程土工合成材料试验规程

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

土工布测厚仪（以下简称测厚仪）应用于水利、公路、铁路、水运等行业，是测定土工布和土工膜厚度的必备仪器。主要由测杆、指示器、基准板、压脚、加压砝码、杠杆平衡锤及必要的附件等部分组成（如图1所示）。

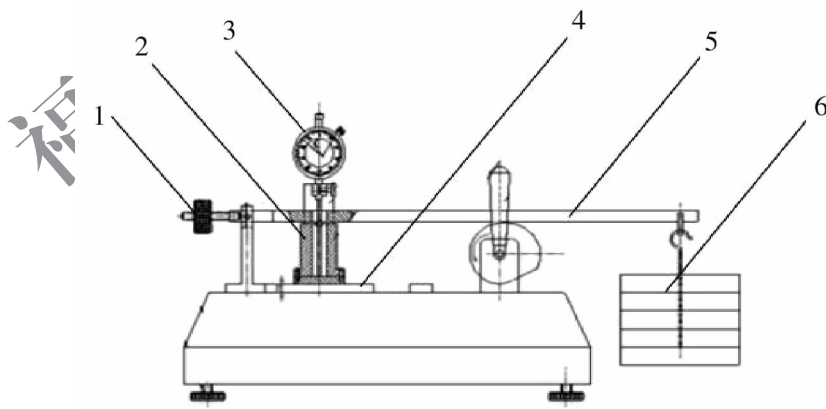


图1 测厚仪结构示意图

1—杠杆平衡锤；2—压脚；3—指示器；4—基准板；5—测杆；6—加压砝码

测厚仪采用杠杆原理，测试时将试样放置于基准板，用与基准板平行的表面平整光滑的圆形压脚对试样施加规定压力一定时间后，测量两块板之间的垂直距离，即土工布厚度。



## 4 计量特性

### 4.1 压脚面积

标称面积：25cm<sup>2</sup>，最大允许误差：±0.2cm<sup>2</sup>

### 4.2 指示器示值

分辨力：0.01mm，最大允许误差：±0.03mm

### 4.3 输出压力

压脚应能提供垂直于试样表面 2kPa、20kPa、200kPa 的压力，最大允许误差：±0.5%

## 5 校准条件

### 5.1 环境条件

5.1.1 室温应控制在 (20±10)℃，相对湿度≤80%。

5.1.2 测厚仪应置于平稳的工作台上，周围无影响校准的振动、电磁场或其他干扰源。

### 5.2 测量标准及其他设备

5.2.1 标准测力仪，测量范围为 (5~500) N，准确度等级为 0.3 级；

5.2.2 数显卡尺，测量范围为 (0~200) mm，最大允许误差为±0.03mm；

5.2.3 5 等量块。

## 6 校准项目和校准方法

### 6.1 校准前准备

仪器清晰标明其名称、型号、出厂编号、制造厂名以及出厂日期等。指示器上有制造厂名、测量范围、出厂编号、分辨力等。

### 6.2 压脚面积

用数显卡尺对压脚的直径进行测量，重复测量三次（每次测量位置间隔约 120°），取三次测量结果的平均值作为压脚直径的测量结果 $\bar{D}$ ，按公式（1）计算压脚的面积 S。

$$S = 0.01 \times \pi \left( \frac{\bar{D}}{2} \right)^2 \quad (1)$$

式中：

S —— 压脚面积，cm<sup>2</sup>

$\bar{D}$  —— 压脚直径实测值，mm

### 6.3 指示器示值

校准时，将指示表紧固在刚性表架上，使测杆处于垂直向下状态，对于指针式指示表，压缩测杆使指示表对“零”；对于数显式指示表，压缩测杆约 0.1mm 至 0.2mm，将指示表置“零”后开始校准。在测杆正行程方向上，选择相应的校准点（一般取

0.5mm、1mm、2mm、3mm、4mm、5mm) 进行校准, 将量块平稳置于测杆下端, 记录指示器示值, 并按公式 (2) 计算示值误差。

$$\Delta L = \bar{L} - L_0 \quad (2)$$

式中:

$\Delta L$  ——测厚仪指示器的示值误差, mm;

$\bar{L}$  ——测厚仪指示器 3 次示值的平均值, mm;

$L_0$  ——量块标准值, mm。

#### 6.4 输出压力

将标准测力仪置于基准板上, 使用杠杆平衡锤对测杆进行平衡自重, 将标准测力仪的仪表示值清零, 按照校准点的压力负荷 (2kPa、20kPa、200kPa), 施加相应的压力, 待示值稳定后读数。重复此过程, 每个校准点进行 3 次测量, 并按公式 (3) 计算压力  $P$ 。

$$P = 10 \times \frac{\bar{F}}{S} \quad (3)$$

式中:

$P$  ——测厚仪输出压力计算值, kPa;

$\bar{F}$  ——标准测力仪三次示值的平均值, N;

$S$  ——测厚仪压脚面积,  $\text{cm}^2$ 。

#### 7 校准结果表达

校准证书或校准报告应至少包含以下信息:

- 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;
- 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) 校准所依据的技术规范的标识, 包括名称及代号;
- 9) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明;
- 10) 校准环境的描述;

- 11) 校准结果及其测量不确定度的说明；
- 12) 校准证书或校准报告签发人的签名等效标识，以及签发日期；
- 13) 校准结果仅对被校对象有效的声明；
- 14) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书或报告的声明。

## 8 复校时间间隔

复校时间间隔由测厚仪使用情况、使用者、仪器本身质量等诸因素所决定。送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔，建议有效期一般不超过1年。

福建省地方计量技术规范

## 附录 A

## 土工布测厚仪校准记录(格式)

被校单位						记录编号			
样品名称	型号规格		生产厂		溯源机构/证书编号		出厂编号		
	名称	型号	出厂编号	测量范围	不确定度/准确度等级/最大允许误差	溯源机构/证书编号		有效期至	
标准器									
技术依据 JJF (闽) 1125-2022 土工布测厚仪校准规范		环境条件		温度: °C	相对湿度: %	地点			
一、外观检查: <input type="checkbox"/> 符合要求 <input type="checkbox"/> 不符合要求, 附件: <input type="checkbox"/> 符合要求 <input type="checkbox"/> 不符合要求									
二、校准结果:									
项目	标称值 (cm <sup>2</sup> )	压脚直径实测值 (mm)			压脚面积计算值 (cm <sup>2</sup> )	测量结果标准不确定度 $u_c$ (cm <sup>2</sup> )	测量结果扩展不确定度 $U$ (cm <sup>2</sup> ) ( $k=2$ )		
压脚面积	25±0.2	1	2	3	平均				
说明		证书/报告编号							
校准	校准日期		核 验		核 验 日 期		核 验 日 期		

## 土工布测厚仪校准记录 (续页)

记录编号	项目	校准点 (mm)	示值误差 (mm)			平均值	示值误差标准不确定度 $u_c$ (mm)	示值误差扩展不确定度 $U$ (mm) ( $k=2$ )
			1	2	3			
	指示器 示值							
	输出压力	校准点 (kPa)	实测值 (N)			计算值 (kPa)	测量结果相对标准 不确定度 $u_{cr}$ (%)	测量结果相对扩展不确 定度 $U_{rel}$ (%) ( $k=2$ )
		1	2	3	平均值			
		2						
		20						
		200						
说明	压脚面积 $S = 0.01 \times \pi \left(\frac{\bar{D}}{2}\right)^2$ ; 输出压力 $P = 10 \times \frac{\bar{F}}{S}$ 。式中: $\bar{F}$ ——标准测力仪三次示值的平均值, N; $\bar{D}$ ——测厚仪压脚直径实测值, mm。							

## 附录B

## 土工布测厚仪校准证书内页(格式)

校准数据/结果:

一、外观检查: ; 附件检查:

二、校准结果:

校准项目		标称值 (cm <sup>2</sup> )	压脚直径 实测值(mm)	压脚面积 计算值(cm <sup>2</sup> )	测量结果扩展 不确定度 U (cm <sup>2</sup> ) (k=2)
压脚面积		25±0.2			
指示器示值		校准点 (mm)	示值误差 (mm)		示值误差扩展 不确定度 U (mm) (k=2)
输出压力	校准点 (kPa)	实测值 (N)	计算值 (kPa)		测量结果相对扩展 不确定度 U <sub>rel</sub> (%) (k=2)
	2				
	20				
	200				
说 明	压脚面积 $S = 0.01 \times \pi \left(\frac{\bar{D}}{2}\right)^2$ ; 输出压力 $P = 10 \times \frac{\bar{F}}{S}$ 。式中: $\bar{F}$ ——标准测力仪三次示值的平均值, N; $\bar{D}$ ——测厚仪压脚直径实测值, mm。				

以下空白

## 附录 C

## 土工布测厚仪测量结果不确定度评定 (示例)

## C.1 概述

C.1.1 环境条件：温度：(20±10)℃，相对湿度≤80%

C.1.2 测量标准：标准测力仪，(5~500)N，准确度等级：0.3级；

数显卡尺，(0~200)mm，MPE：±0.03mm；

量块，(0~10)mm，准确度等级：5等。

C.1.3 被测对象：土工布测厚仪（以下简称测厚仪）

C.1.4 测量过程：使用数显卡尺对压脚的直径进行测量，取三次测量结果的算术平均值作为测量结果 $\bar{D}$ ，并计算压脚的面积 $S$ 。使用量块对指示器示值误差进行校准，指示器清零后选择相应的校准点进行校准，将量块平稳置于指示器测杆下端，记录指示器示值，取三次测量结果的算术平均值作为测量结果，并计算示值误差 $\Delta L$ 。将标准测力仪置于基准板上，使用杠杆平衡锤对测杆进行平衡自重，将标准测力仪清零，施加相应的压力，待示值稳定后读数，取三次测量结果的算术平均值作为测量结果，并计算压力 $P$ 。

C.1.5 评定结果的使用：在符合上述条件下的测量结果，一般可直接使用本不确定度的评定结果。

## C.2 测厚仪压脚面积测量结果的不确定度评定

C.2.1 测量模型： $S = 0.01 \times \pi \left(\frac{\bar{D}}{2}\right)^2$

式中：

$S$  ——压脚面积， $\text{cm}^2$ ；

$\bar{D}$  ——压脚直径实测值， $\text{mm}$ ；

灵敏系数： $c = \frac{\partial S}{\partial \bar{D}} = \frac{0.01 \times \pi \bar{D}}{2}$ ， $\text{cm}^2/\text{mm}$ 。

## C.2.2 标准不确定度分量的评定

C.2.2.1 输入量 $\bar{D}$ 的标准不确定度 $u(\bar{D})$ 的评定：其不确定度来源主要是测量重复性引入的不确定度 $u_1(\bar{D})$ ，由A类方法评定 $u_1(\bar{D})$ ；数显卡尺准确度引入的不确定度 $u_2(\bar{D})$ ，由B类方法评定 $u_2(\bar{D})$ 。

选取一台测厚仪，用数显卡尺对压脚直径连续进行 10 次测量，得到测量列如下表所示：

序号(i)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
测量值(mm)	56.42	56.43	56.43	56.42	56.42	56.42	56.43	56.43	56.43	56.43

其所求的平均值： $\bar{D} = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} D_i = 56.43 \text{ mm}$

$$S = 0.01 \times \pi \left(\frac{\bar{D}}{2}\right)^2 = 25.00 \text{ cm}^2$$

单次实验标准偏差： $s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (D_i - \bar{D})^2}{n-1}} = 0.016 \text{ mm}$

实际测量中是在重复性条件下测量 3 次，取其平均值作为测量结果。

$$\text{则 } u_1(\bar{D}) = \frac{s}{\sqrt{3}} = 0.009 \text{ mm}$$

C.2.2.2 数显卡尺的最大允许误差为  $\pm 0.03 \text{ mm}$ ，估计为均匀分布，其引入的标准不确定度为：

$$u_2(\bar{D}) = \frac{\alpha}{k} = \frac{0.03 \text{ mm}}{\sqrt{3}} = 0.017 \text{ mm}$$

C.2.3 合成标准不确定度的评定

C.2.3.1 标准不确定度汇总表，见下表

标准不确定度分量 $u(x_i)$	不确定度来源	标准不确定度 (mm)	$c_i$	$ c_i  u(x_i)$ ( $\text{cm}^2$ )
$u_1(\bar{D})$	测量重复性	0.009	0.89	0.008
$u_2(\bar{D})$	数显卡尺准确度	0.017	0.89	0.015

C.2.3.2 合成标准不确定度的计算：

$$u(S) = \sqrt{[c_1 \cdot u_1(\bar{D})]^2 + [c_2 \cdot u_2(\bar{D})]^2} = 0.017 \text{ cm}^2$$

C.2.4 扩展不确定度的评定：

取包含因子  $k=2$ ，则  $U=k \cdot u(s)=0.04 \text{ cm}^2$

C.2.5 扩展不确定度的报告与表示：

测厚仪压脚面积的测量结果为： $S=25.00 \text{ cm}^2$ ， $U=0.04 \text{ cm}^2$ ， $k=2$ 。



## C.3 测厚仪指示器示值误差测量结果的不确定度评定：

C.3.1 测量模型： $\Delta L = \bar{L} - L_0$ 

式中：

$\Delta L$  ——测厚仪指示器的示值误差，mm；

$\bar{L}$  ——测厚仪指示器 3 次示值的算术平均值，mm；

$L_0$  ——量块标准值，mm；

灵敏系数： $c_1 = \frac{\partial \Delta L}{\partial \bar{L}} = 1$ ， $c_2 = \frac{\partial \Delta L}{\partial L_0} = -1$ ，mm。

## C.3.2 标准不确定度评定

C.3.2.1 输入量 $\bar{L}$ 的标准不确定度 $u(\bar{L})$ 的评定：其不确定度主要来源于测厚仪指示器的测量重复性，可采用 A 类方法进行评定 $u_1(\bar{L})$ ；还有来源于指示器分辨率，它估计为均匀分布，可以用 B 类方法评定 $u_2(\bar{L})$ 。重复观测中的任意一个示值都无例外地受到分辨力影响导致测量值的分散，因此在计算 $u(\bar{L})$ 时只需取 $u_1(\bar{L})$ 和 $u_2(\bar{L})$ 的大者即可。

C.3.2.1.1 用 2mm 标准量块校准该测厚仪指示器，在重复性条件下进行 10 次测量，结果如下：

序号(i)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
显示值(mm)	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.02	2.02

则： $\bar{L} = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} L_i = 2.01 \text{ mm}$

单次实验标准偏差： $s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (L_i - \bar{L})^2}{n-1}} = 0.001 \text{ mm}$

实际测量中是在重复性条件下测量 3 次，取 3 次算术平均值为测量结果，则

$$u_1(\bar{L}) = \frac{s}{\sqrt{3}} = 0.001 \text{ mm}$$

C.3.2.1.2 测厚仪指示器分辨率为 0.01mm，估计为均匀分布，则：

$$u_2(\bar{L}) = \frac{\alpha}{k} = \frac{0.01 \text{ mm}}{2\sqrt{3}} = 0.003 \text{ mm}$$

$u(\bar{L})$  取  $u_1(\bar{L})$  和  $u_2(\bar{L})$  的大者即  $u(\bar{L}) = u_2(\bar{L}) = 0.003 \text{ mm}$

C.3.2.2 输入量  $L_0$  的标准不确定度  $u(L_0)$  的评定：其不确定度主要来源于量块的不确定度，其扩展不确定度  $U=0.6\mu\text{m}$  ( $k=2$ )，则  $u(L_0)=0.3\mu\text{m}$ 。

C.3.3 合成标准不确定度的评定：

C.3.3.1 标准不确定度汇总表，见下表：

标准不确定度分量 $u(x_i)$	不确定度来源	标准不确定度 (mm)	$c_i$	$ c_i  u(x_i)$ (cm)
$u(\bar{L})$	指示器示值分辨率	0.003	1	0.003
$u(L_0)$	量块的准确度	0.0003	-1	0.0003

C.3.3.2 合成标准不确定度的计算

输入量  $\bar{L}$  和  $L_0$  彼此独立，互不相关，则：

$$u_c(\Delta L) = \sqrt{[c_1 \cdot u(\bar{L})]^2 + [c_2 \cdot u(L_0)]^2} = 0.003 \text{ mm}$$

C.3.4 扩展不确定度的评定：取包含因子  $k=2$ ，则  $U=0.01 \text{ mm}$

C.3.5 测量结果不确定度的报告与表示：

测厚仪指示器示值误差测量结果在 2 mm 校准点，其示值误差的测量结果为

$$\Delta L = \bar{L} - L_0 = -0.01 \text{ mm}, k=2。$$

C.4 测厚仪指示器输出压力测量结果的不确定度评定：

C.4.1 测量模型  $P = 10 \times \frac{F}{S}$

式中：

$P$  ——测厚仪输出压力计算值，kPa；

$\bar{F}$  ——标准测力仪三次示值的平均值，N；

$S$  ——测厚仪压脚面积， $\text{cm}^2$ ；（ $S$  取 C.2.5 测量结果作为常数）

灵敏系数： $c = \frac{\partial P}{\partial \bar{F}} = \frac{10}{S}$ ，kPa/N。

C.4.2 输入量  $\bar{F}$  的标准不确定度  $u(\bar{F})$  的评定：其不确定度来源主要是测量重复性引入的不确定度  $u_1(\bar{F})$ ，可以用 A 类方法评定  $u_1(\bar{F})$ ；来源于标准测力仪的准确度引入的不确定度  $u_2(\bar{F})$ ，可以用 B 类方法评定  $u_2(\bar{F})$ 。

C.4.2.1 在 20.0kPa 测量点用标准测力仪对该测厚仪在重复性条件下进行 10 次测量，结果如下：

序号(i)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
显示值(N)	50.08	50.06	50.12	50.16	50.12	50.08	50.12	50.05	50.06	50.08

$$\text{则: } \bar{F} = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} F_i = 50.09 \text{ N}$$

$$P = 10 \times \frac{\bar{F}}{S} = 20.00 \text{ kPa}$$

$$\text{单次实验标准偏差: } s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (F_i - \bar{F})^2}{n-1}} = 0.04 \text{ N}$$

实际测量中是在重复性条件下测量 3 次, 取 3 次算术平均值为测量结果。

$$\text{则 } u_1(\bar{F}) = \frac{s}{\sqrt{3}} = 0.02 \text{ N}$$

C.4.2.2 标准测力仪的准确度引入的不确定度  $u_2(\bar{F})$ ;

标准测力仪的准确度等级为 0.3 级, 估计为均匀分布, 其引入的标准不确定度为:

$$u_2(\bar{F}) = \frac{\alpha}{k} = \frac{0.3\% \times 50.09 \text{ N}}{\sqrt{3}} = 0.09 \text{ N}$$

C.4.3 合成标准不确定度的评定:

C.4.3.1 标准不确定度汇总表, 见下表:

标准不确定度分量 $u(x_i)$	不确定度来源	标准不确定度 (N)	$c_i$	$ c_i  u(x_i)$ (kPa)
$u_1(\bar{F})$	测量重复性	0.04	0.4	0.016
$u_2(\bar{F})$	标准测力仪准确度	0.09	0.4	0.036

C.4.3.2 合成标准不确定度的计算:

$$u(P) = \sqrt{[c_1 \cdot u_1(\bar{F})]^2 + [c_2 \cdot u_2(\bar{F})]^2} = 0.039 \text{ kPa}$$

$$u_{\text{cr}} = \frac{u(P)}{P} = 0.20\%$$

C.4.4 扩展不确定度的评定: 取包含因子  $k=2$ , 则  $U_{\text{rel}} = 0.4\%$

C.4.5 测量结果不确定度的报告与表示:

测厚仪输出压力在 20kPa 校准点时, 其测量结果为  $P = 20.00 \text{ kPa}$ ,  $U_{\text{rel}} = 0.4\%$ ,  $k = 2$ 。