

中华人民共和国国家计量技术规范

JJF 1965—2022

锡膏厚度测量仪校准规范

Calibration Specification for Solder Paste Inspection Instruments

2022-04-29 发布

2022-10-29 实施

国家市场监督管理总局 发布

锡膏厚度测量仪校准规范

Calibration Specification for Solder

Paste Inspection Instruments

JJF 1965—2022

归口单位：全国新材料与纳米计量技术委员会

主要起草单位：广东省计量科学研究院

山东省计量科学研究院

苏州市计量测试院

中国计量科学研究院

参加起草单位：广州计量检测技术研究院

天津大学

本规范委托全国新材料与纳米计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

黄敏晗（广东省计量科学研究院）

赵东升（山东省计量科学研究院）

王云祥（苏州市计量测试院）

曹 丛（山东省计量科学研究院）

施玉书（中国计量科学研究院）

参加起草人：

司卫征（广州计量检测技术研究院）

张欣宇（广东省计量科学研究院）

胡晓东（天津大学）

目 录

引言	(II)
1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 概述	(1)
4 计量特性	(1)
4.1 厚度测量示值误差	(1)
4.2 厚度测量重复性	(1)
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)
7 校准结果表达	(2)
8 复校时间间隔	(3)
附录 A 标准台阶块的结构与规格	(4)
附录 B 示值误差不确定度的评定示例	(5)
附录 C 锡膏厚度测量仪校准记录格式	(7)
附录 D 锡膏厚度测量仪校准证书（内页）格式	(8)

引 言

JJF 1001《通用计量术语及定义》、JJF 1059.1《测量不确定度评定与表示》、JJF 1094《测量仪器特性评定》共同构成支撑本校准规范制定工作的基础性系列文件。

本规范参考了JJG 818—2005《磁性、电涡流式覆层厚度测量仪》、JJF 1306—2011《X射线荧光镀层测厚仪校准规范》的相关内容。

本规范为首次发布。



锡膏厚度测量仪校准规范

1 范围

本规范适用于测量范围不大于 600 μm 的锡膏厚度测量仪的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

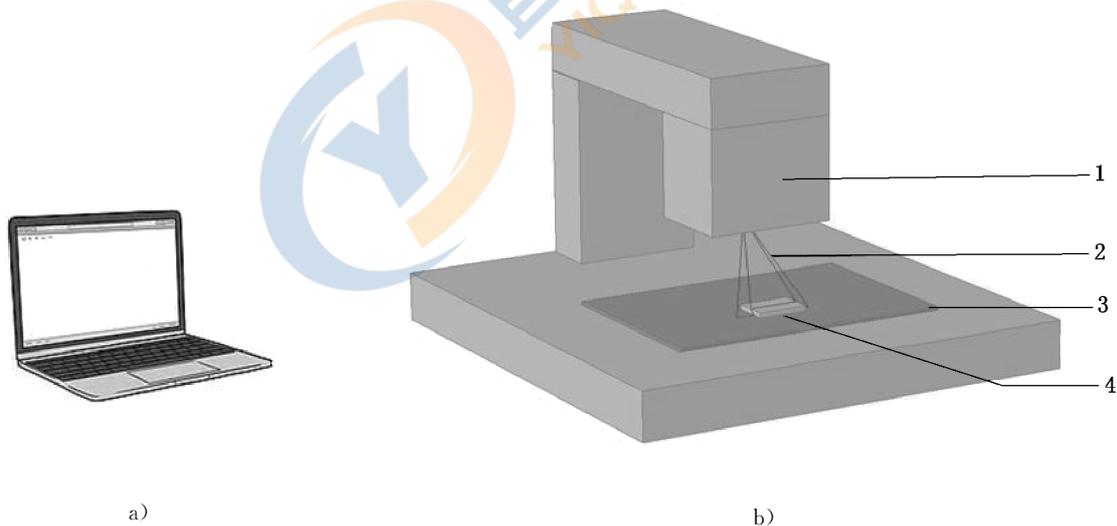
JJF 1071—2010 国家计量校准规范编写规则

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

锡膏厚度测量仪是一种非接触式的测量仪器，利用光学原理快速测量印刷电路板上锡膏的厚度。它的作用是检测和分析锡膏印刷的质量，及早发现生产过程中的工艺缺陷。

锡膏厚度测量仪的结构示意图见图 1。目前常见的锡膏厚度测量仪按照测量的原理，可分为激光三角测量法和莫尔轮廓测量法。



1—摄像系统；2—光源（激光或白光）；3—印刷电路板；4—锡膏块。

图 1 锡膏厚度测量仪的结构示意图

4 计量特性

4.1 厚度测量示值误差。

4.2 厚度测量重复性。

注：首次校准时按用户和制造商达成的技术协议进行校准，复校时按用户的要求进行校准。

5 校准条件

5.1 环境条件

温度： $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ 。

相对湿度： $\leq 75\%$ 。

5.2 测量标准及其他设备

可根据仪器测量范围和实际使用情况选用不同的标准台阶块，校准时推荐使用的标准台阶块的结构和规格见附录 A，标准台阶块应确保表面洁净，避免划痕、腐蚀和氧化。

标准台阶块高度值的扩展不确定度应不大于 $1.0 \mu\text{m}$ ($k=2$)，或不大于被校仪器的最大允许误差的 $1/3$ 。

6 校准项目和校准方法

校准前，需确保仪器处于正常的工作状态及没有影响校准计量性能的因素后方可进行校准。标准器和被校准仪器的等温时间应符合仪器说明书的要求（如说明书无要求，应不少于 30 min）。

首先按使用说明书对被校仪器进行参数设置，必要时进行系统调校。在被校仪器的有效测量范围内选择不少于 3 个校准点，选取相应高度的标准台阶块。在每个标准台阶块的有效区域内，分别在同一测量区域重复测量 10 次并记录仪器示值，计算 10 次示值的算术平均值 \bar{h}_i 作为第 i 个标准台阶块的测量结果，根据公式 (1) 计算仪器厚度测量的示值误差，根据公式 (2) 计算实验标准偏差 s_i ，作为第 i 个校准点的厚度测量的重复性。

$$\delta_i = \bar{h}_i - H_i \quad (1)$$

式中：

δ_i ——使用第 i 个标准台阶块时的仪器示值误差， μm ；

\bar{h}_i ——使用第 i 个标准台阶块时的仪器示值平均值， μm ；

H_i ——第 i 个标准台阶块的校准值， μm 。

$$s_i = \frac{1}{3} \sqrt{\sum_{i=1}^n (h_i - \bar{h})^2} \quad (2)$$

式中：

h_i ——第 i 次测量的仪器示值， μm ；

\bar{h} ——10 次测量的仪器示值的算术平均值， μm 。

7 校准结果表达

经校准的锡膏厚度测量仪出具校准证书。校准证书包括的信息应符合 JJF 1071—2010 中 5.12 的要求。

8 复校时间间隔

由于复校时间间隔的长短是由锡膏厚度测量仪的使用状况、使用者、设备本身质量等诸因素所决定的，因此，送校单位可根据仪器实际使用情况自主决定复校时间间隔。建议复校时间间隔一般不超过 1 年。



附录 A

标准台阶块的结构与规格

标准台阶块的三维示意图如图 A.1 所示，剖面图如图 A.2 所示。

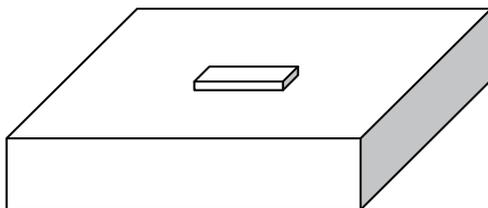


图 A.1 标准台阶块的三维示意图

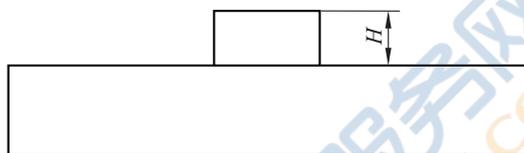


图 A.2 标准台阶块的剖面图

台阶面积一般应不小于 1 mm^2 。建议使用的高度 H 见表 A.1。锡膏厚度测量仪要求被测面不能为镜面反射，故标准块的台阶面和基准面应进行哑光处理。

表 A.1 建议使用的台阶高度 H

单位为微米

序号	台阶高度 H
1	20
2	35
3	50
4	75
5	100
6	200
7	300
8	400

校准时，应根据被校仪器的有效测量范围和客户的使用情况选用适当的标准台阶块。

附录 B

示值误差不确定度的评定示例

B.1 测量方法

锡膏厚度测量仪的示值误差是用标准台阶块进行校准的, 根据实际测量应用范围和条件的不同, 设定好相关的测量程序和条件, 并按要求进行必要的仪器预校准后再进行测量。本次评定以分辨力 $0.1 \mu\text{m}$ 的锡膏厚度测量仪, 测量 $148.7 \mu\text{m}$ 的标准台阶块为例。

B.2 测量模型

根据测量方法, 用标准台阶块对锡膏厚度测量仪校准时, 示值误差可以表示为:

$$\delta = h - H \quad (\text{B.1})$$

式中:

δ ——示值误差, μm

h ——仪器示值的平均值, μm ;

H ——标准台阶块的校准值, μm 。

B.3 不确定度传播公式

因 $\delta = h - H$, 所以灵敏系数 $c_1 = \frac{\partial \delta}{\partial h} = 1$, $c_2 = \frac{\partial \delta}{\partial H} = -1$

u_1 、 u_2 分别表示 h 和 H 的标准不确定度, 因 h 和 H 的标准不确定度不相关, 则合成标准不确定度 u_c 为:

$$u_c^2 = \sum_{i=1}^2 (c_i^2 \cdot u_i^2) = u_1^2 + u_2^2 \quad (\text{B.2})$$

B.4 标准不确定度分量的计算

B.4.1 仪器示值引入的标准不确定度分量 u_1 B.4.1.1 测量重复性引入的标准不确定度分量 u_{11}

锡膏厚度测量仪的测量重复性引入的不确定度分量可以通过 10 次重复连续测量得到, 测量结果为 $148.0 \mu\text{m}$ 、 $148.5 \mu\text{m}$ 、 $149.0 \mu\text{m}$ 、 $147.5 \mu\text{m}$ 、 $147.8 \mu\text{m}$ 、 $148.0 \mu\text{m}$ 、 $147.9 \mu\text{m}$ 、 $148.3 \mu\text{m}$ 、 $148.6 \mu\text{m}$ 、 $148.4 \mu\text{m}$, 计算单次实验标准偏差为:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (h_i - \bar{h})^2} = 0.44 \mu\text{m}$$

实际测量时采用 10 次重复测量结果的平均值, 则

$$u_{11} = \frac{0.44 \mu\text{m}}{\sqrt{10}} = 0.14 \mu\text{m}$$

B.4.1.2 锡膏厚度测量仪分辨力引入的标准不确定度分量 u_{12}

锡膏厚度测量仪分辨力为 $0.1 \mu\text{m}$, 其量化误差引起的标准不确定度分量为均匀分布, 则

$$u_{12} = \frac{0.1 \mu\text{m}}{2 \times \sqrt{3}} = 0.03 \mu\text{m}$$

u_{12} 可以忽略不计, 故 $u_1 = 0.14 \mu\text{m}$

B.4.2 标准台阶块引入的标准不确定度分量 u_2

标准台阶块引入的不确定度主要来源于标准台阶块的高度测量结果不确定度, 可根据校准证书给出的扩展不确定度来计算。

由标准台阶块的校准证书测量结果的扩展不确定度 $U = 1.0 \mu\text{m}$, $k = 2$, 则

$$u_2 = 1.0 \mu\text{m} / 2 = 0.5 \mu\text{m}$$

B.5 标准不确定度一览表

锡膏厚度测量仪校准时的标准不确定度一览表见表 B.1。

表 B.1 不确定度分量一览表

标准不确定度分量 u_i	不确定度来源	标准不确定度值 μm	c_i	$ c_i \cdot u_i$ μm
u_1	仪器示值	0.14	1	0.14
u_2	标准台阶块	0.5	-1	0.5

B.6 合成标准不确定度

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2} = \sqrt{0.14^2 + 0.5^2} \approx 0.52 (\mu\text{m})$$

B.7 扩展不确定度

取包含因子 $k = 2$, 则扩展不确定度为:

$$U = k \times u_c = 2 \times 0.52 \mu\text{m} = 1.1 \mu\text{m}$$

附录 C

锡膏厚度测量仪校准记录格式

委托方名称							
委托方地址							
制造厂							
型号规格				仪器编号			
环境温度		℃		相对湿度		%	
技术依据							
标准器							
校准日期				证书编号			
1. 仪器外观							
2. 仪器厚度测量示值误差与示值重复性							
标准台阶高度值/ μm	仪器示值 μm				仪器示值平均值 μm	示值误差 μm	重复性 μm
仪器厚度测量示值误差的扩展不确定度($k=2$)							
备注							
校准员				核验员			

附录 D

锡膏厚度测量仪校准证书（内页）格式

1. 外观：
2. 校准结果：

标准台阶高度值/ μm					
示值误差/ μm					
重复性/ μm					

3. 仪器厚度测量示值误差的扩展不确定度：

