

ICS 17.020
M7452

T/SLIA

团 体 标 准

T/SLIA 001-2019

食品接触材料及制品、饰品 表面积测定 三维模型重建法

Food contact materials and articles, adornment—Determination of
surface area— Three-dimensional model reconstruction method

2019-08-15 发布

2019-09-15 实施

上海市轻工业协会 发布

目 次

前言	2
1. 范围	3
2. 规范性引用文件	3
3. 定义与术语	3
4. 基本原理	5
5. 仪器	5
6. 试剂	7
7. 测量步骤	7
8. 精密度	8
9. 测量报告	8
附录 A 立体误差计算方法	10
附录 B 面积计算方法	11
附录 C 标准块的面积测量值对照表	12
附录 D 典型样品的面积测量值对照表	13

前 言

本标准按照 GB/T1.1-2009 给出规则起草。

本标准由上海汇像信息技术有限公司提出、上海市轻工业协会归口。

本标准起草单位：上海汇像信息技术有限公司、上海市质量监督检验技术研究院、上海海关工业品与原材料检测技术中心、必维申美商品检测（上海）有限公司、华测检测认证集团股份有限公司、莱茵技术（上海）有限公司、南德商品检测（上海）有限公司、上海天祥质量技术服务有限公司、通标标准技术服务（上海）有限公司、宜家分拨（上海）有限公司、北京出入境检验检疫局检验检疫技术中心、北京市产品质量监督检验院、常州进出口工业及消费品安全检测中心、重庆市计量质量检测研究院、佛山市质量计量监督检测中心、广电计量检测股份有限公司、广东产品质量监督检验研究院、广州海关技术中心、广州质量监督检测研究院、国家食品软包装产品及设备质量监督检验中心（广东）、河北省环保产品质量监督检验研究院、湖北省产品质量监督检验研究院、吉林省产品质量监督检验院、江西省产品质量监督检测院、宁波中盛产品检测有限公司、山西省产品质量监督检验研究院、深圳市计量质量检测研究院、深圳海关工业品检测技术中心、深圳市周大福珠宝制造有限公司、武汉产品质量监督检验所、厦门市产品质量监督检验院、浙江方圆检测集团股份有限公司、浙江省检验检疫科学技术研究院、上海市轻工业协会。

本标准主要起草人：刘家朋、李祖敏、刘峻、刘曙、宓雪聪、苏红伟、金艳、史新斌、谢雪琴、廖晓全、刘娟吉、邱烨、王娥娥、尹大伟、李根容、沈国权、卿萌、黄秋研、钟怀宁、李慧勇、李婷、刘金鹏、王佳丽、杨震、聂绍丽、刘江、杨志军、黎永乐、李英、邹振宇、吕亮、白荣汉、黄荣、洪灯、金坚、陈亦华。

本标准系首次发布。

食品接触材料及制品、饰品 表面积测定 三维模型重建法

1 范围

本标准规定了食品接触材料及制品、饰品表面积三维模型重建测定方法。

本标准适用于食品接触材料及制品、饰品表面积测量。

本标准适用的食品接触材料及制品、饰品测量范围见表1。

表1 样品测量范围

类型	测量范围/(cm ²)
食品接触材料	大于1.5
饰品	大于1.5

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 4806.1 食品接触材料及制品通用安全要求

GB 5009.156 食品接触材料及制品迁移试验预处理方法通则

GB 9685 食品接触材料及制品用添加剂使用标准

GB 28480 饰品有害元素限量的规定

3 定义与术语

下列定义与术语适用于本标准。

3.1 三维面积测量仪测量时使用的术语

3.1.1 结构光

利用结构光发生器在已知空间方向上投射到样品表面的投影光线的集合。

3.1.2 三角面片

由空间坐标系中的三个点构成的一个三角网格。

3.1.3 点云

通过测量仪器得到的样品外观表面的坐标系点数据集合。

3.1.4 三维模型重建

由摄像头对样品采集的三维数据通过算法软件技术复原三维空间和重建三维模型。

3.1.5 抽壳

在均匀薄壁件类样品三维模型的内部按照外形的形状进行镂空一定壁厚形成样品整体模型。

3.1.6 平面拟合

对空间相邻的不共线的三点确定的平面通过软件进行拼接光滑处理。

3.1.7 平面切割

利用三维模型重建软件中的平面切割工具对物体三维模型数据进行切割处理得到有效计算表面。

3.1.8 填孔

利用三维模型重建软件中的填孔工具对三维模型重建时缺失的小洞、颗粒数据进行补洞填平处理得到完整表面积。

3.1.9 欧式距离

指在 m 维空间中两个点之间的真实距离，或者向量的自然长度（即该点到原点的距离）。

3.2 样品定义

3.2.1 透明（透光）的样品：

光线能够穿过其内外表面的样品（如矿泉水瓶）。

3.2.2 反光的样品：

光线射在其表面发生反射的样品（如反光镜）。

3.2.3 尺寸较大的样品：

最大尺寸超过工作台面测量区域尺寸的样品。

3.3 样品种类

包含 GB4806.1 中规定的食品接触材料及制品，包含 GB28480 中规定的饰品。

4 基本原理

利用电荷耦合元件（Charge-coupled Device，简称CCD）工业相机连续采集有结构光的图像数据，运用三维模型重建技术实现对食品接触材料及制品、饰品的表面三维数据重建，得到物体表面的三维数据，将得到的三维数据进行一系列处理，通过计算将其转化为三角面片数据，依据三角面片计算物体待测量区域的表面积。

5 仪器

5.1 三维面积测定仪，利用三维模型重建技术对样品的表面三维数据进行重建从而得到物体表面积的测量仪器。应配备以下部件：

5.1.1 高分辨率工业相机和工业镜头

工业相机：230万像素以上；

工业镜头： $f > 16 \text{ mm}$ 。

5.1.2 简单体标准测试块：包括正方体、圆柱体和半球体，见图1。

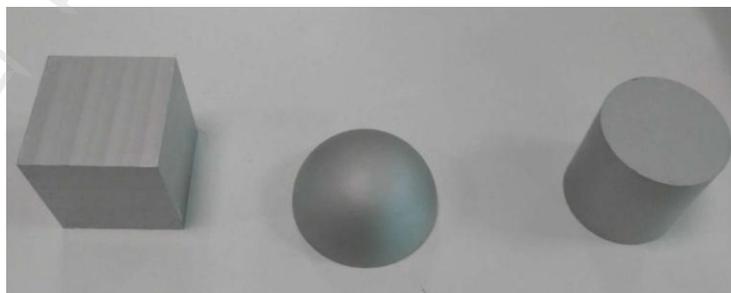


图1 简单体标准测试块

简单体标准测试块参数如表2，单位（mm）：

表2 简单体标准测试块参数

材质	类型	尺寸 1	尺寸 2	尺寸 3
不锈钢 或铝合金	正方体（长×宽×高）	40×40×40		
	圆柱体（底面直径×高）	40×40		
	半球体（直径）	50		
氧化锆 陶瓷	正方体（长×宽×高）	10×10×10	60×60×60	40×40×40
	圆柱体（底面直径×高）	10×10	60×60	40×40
	半球体（直径）	10	50	40

5.1.3 复合体标准测试块：由5.1.2中的简单体标准块固定在底板上组成，见图2。

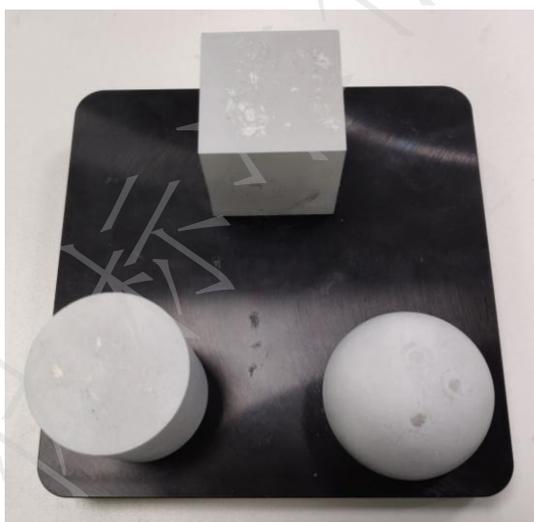


图2 复合体标准测试块

5.1.4 发光二极管（Light Emitting Diode, LED）校准板：玻璃制品，由正方形间隔组成，正方形边长的标准偏差精度为 0.001 mm，见图 3。

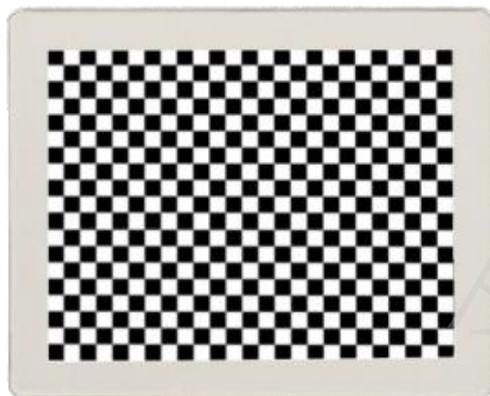


图 3 LED 校准板

6 试剂

6.1 反差增强剂：压力罐喷涂式，主要化学成分是四氧化三铁。

7 测量步骤

7.1 仪器校准

利用发光二极管校准板（5.1.4）校准仪器相机的立体误差。仪器相机校准每年进行一次，立体误差应小于或等于0.1 mm。立体误差计算方法见附录A。

7.2 自检

对简单标准测试块或复合标准测试块进行两次平行测定，计算两次测量数据的平均值作为标准测试块的测量结果。当测量值与标准值偏差小于等于 3%时，样品测量为有效测量，当测量值与标准值偏差大于 3%时，应采用 7.1 的方法进行仪器校准，再进行测量。

7.3 测量样品前处理

7.3.1 表面颜色为黑色或接近黑色、透明（透光）的样品（3.2.1）、反光的样品（3.2.2），用反差增强剂（6.1）对样品表面进行喷涂，喷涂膜喷涂均匀，再按照进行测量。

7.3.2 尺寸较大样品（3.2.3）、组合类样品、管道件样品，应对样品进行拆分分解，再进行测量。

7.3.3 对内部形状扭曲、壁厚不均匀的玻璃制品、陶瓷制品，需要对样品进行切割或分裂，用反差增强剂（6.1）对待测表面进行喷涂，再进行测量。

7.4 测量

7.4.1 在三维面积测定仪工作台面的测量区域放置待测量样品，设置工作平台的角度旋转步长，角度旋转步长的整数倍为360度。使工作平台每旋转一个旋转步长的角度对样品进行一次扫描。工作平台完成360度旋转后，将所有角度的扫描图像进行合成。

7.4.2 根据工作站编写好的程序对得的样品数据进行以下处理：

- 1) 对缺失数据，进行填孔数据处理；
- 2) 对均匀壁厚的样品数据进行抽壳处理，推算出内表面积；
- 3) 测量瓶内溶液浸泡内表面积时，对样品数据进行平面拟合和平面切割处理。

7.4.3 通过软件计算，采用曲面微积分法计算表面积，得出样品表面积测量值。参见附录B。

7.5 结果描述

- (1) 以两次测定结果的算术平均值作为试样的测定结果。
- (2) 结果保留两位小数（单位： cm^2 ）。

8 精密度

8.1 测量结果的允许差符合表3的规定。

表3 测量结果的允许差

样品面积范围	允许差 (cm^2)
$1.50 < \text{表面积} \leq 100.00 \text{ cm}^2$	$\leq \text{测试结果的平均值} \times 8\%$
$100.00 < \text{表面积} \leq 500.00 \text{ cm}^2$	$\leq \text{测试结果的平均值} \times 5\%$
$500.00 < \text{表面积} \leq 1500.00 \text{ cm}^2$	$\leq \text{测试结果的平均值} \times 3\%$

8.2 参考测量结果

参见附录C，标准块的面积测量值对照表。

参见附录D，典型样品面积测量对照表。

9 测量报告

测量报告应当包括以下内容：

- 1) 识别样品、实验室和测量日期所需的全部资料；
- 2) 引用标准；

T/SLIA 001-2019

- 3) 结果及其表示;
 - 4) 测定中发现的异常现象;
 - 5) 对结果可能已产生影响的本标准中未规定的各种操作或任选的操作。
-

全国团体标准信息平台

附录 A

立体误差计算方法

立体误差计算公式如下：

$$\delta = \frac{1}{N} \sum_{(p_1, p_2)} \|p_1 - p_2\|_2$$

式中： δ --- 立体误差；

N --- 点对 (p_1, p_2) 的个数；

S_i --- 实际镜头曲面；

S_f --- 数据拟合后的镜头曲面；

(p_1, p_2) --- S_i 上与 S_f 上对应点形成的点对；

$\|\cdot\|_2$ --- 两个三维点之间的欧式距离。

附录 B

面积计算方法

B.1 对样品表面 Σ 进行微分并积分算出单个曲面片的面积；

假设被测物体的表面 Σ 是分段光滑的，且其曲面可以描述为 $z = f(x, y)$ ，则在将 Σ 划分为若干光滑的曲面片 $\Sigma_i \subset \Sigma$ 之后第 i 个曲面片 Σ_i 的曲面积分按式(1)计算：

$$\iint_{\Sigma_i} ds = \iint_{\Omega_i(x,y)} \sqrt{1 + f_x^2 + f_y^2} dx dy \dots\dots\dots(1)$$

式中： ds ——曲面积分元素；

$\Omega_i(x, y)$ —— Σ_i 在 xoy 平面上的投影区域。

B.2 将所有曲面片的面积求各，得到样品表面积。

所有光滑曲面片的面积之和即为被测物体的表面积 S (mm^2)，按式 (2) 计算：

$$S = \sum_i \iint_{\Sigma_i} ds = \sum_i \iint_{\Omega_i(x,y)} \sqrt{1 + f_x^2 + f_y^2} dx dy \dots\dots\dots(2)$$

注：对于复杂形状的曲面，由于式(2)要求 $\Omega_i(x, y)$ 为矩形区域，因此无法直接用于计算曲面面积。

在工程上需要将 $\Omega_i(x, y)$ 划分为若干矩形网格 $\Omega_{k,j}^i(x, y) \in \Omega_i(x, y)$ ，并结合极限定理给出计算算法。将 $\Omega_i(x, y)$ 划分为矩形网格 $\Omega_{k,j}^i(x, y)$ ，关于 Σ_i 的曲面积分表达为和的极限形式，如式 (3)：

$$\iint_{\Sigma_i} ds = \lim_{\lambda \rightarrow \infty} \sum_{(k,j)} \sqrt{1 + f_x^2 + f_y^2} d\sigma_{k,j}^i \dots\dots\dots(3)$$

式中： $d\sigma_{k,j}^i$ —— xoy 平面上矩形 $\Omega_{k,j}^i(x, y)$ 的面积；

λ —— Σ_i 中与 $\Omega_{k,j}^i(x, y)$ 对应的所有小曲面块直径的最大值。

在式(3)中， λ 趋向于无穷大时即将 $\Omega_i(x, y)$ 划分为无数个充分小的矩形区域，如此可得到精确的测量结果。

附录 C

标准块的面积测量值对照表

测试对象	标准值 (cm^2)	测量值 (cm^2)							RSD (%)
		1	2	3	4	5	6	平均值	
正方体 标准块	79.96	78.5	78.41	78.42	78.38	78.37	78.46	78.42	0.06
圆柱体 标准块	62.79	61.85	61.78	61.8	61.6	61.8	61.68	61.75	0.15
半球体 标准块	39.46	38.37	38.32	38.33	38.38	38.26	38.23	38.32	0.16

附录 D

典型样品的面积测量值对照表

测试对象	材质	测量要求	测量值 (cm ²)						RSD (%)	
			1	2	3	4	5	6		平均值
奶嘴	橡胶	全面积	99.13	99.36	98.28	98.87	99.01	98.80	98.91	0.37
烘焙模具	金属	内表面积	458.52	459.45	457.95	457.73	459.42	459.29	458.73	0.17
酒杯	陶瓷	内表面积	110.92	110.95	110.75	110.88	110.78	110.78	110.84	0.08
硬塑勺	塑料	全面积	166.86	169.82	169.92	168.12	169.88	168.55	168.86	0.74
餐叉	金属	全面积	32.13	33.08	32.95	32.35	32.68	32.12	32.55	1.27
汤勺	陶瓷	全面积	98.22	98.65	98.82	98.47	98.00	98.42	98.43	0.29
餐勺	金属	全面积	47.28	47.60	47.58	47.86	48.03	47.52	47.65	0.55