

基于 CCD 光学方法的纸浆模塑材料的厚度检测

米红林

(上海应用技术学院, 上海 201418)

摘要: 为检测纸浆模塑产品厚度,采用 CCD 的光学方法进行非接触式测量。通过标定,结果以待测物壁厚的灰度图形式给出,通过像素与实际厚度之间的转换,测出纸浆模塑产品厚度。实验表明,该方法能够准确测量 1 mm 以下包装产品厚度,且具有精度高、非接触测量、白光照明和适合现场测试的特点。

关键词: 光学; 纸浆模塑材料; 壁厚测试

中图分类号: TB487; TB484.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2012)19-0139-03

Thickness Test of Molded Pulp Materials Based on CCD Optics Method

MI Hong-lin

(Shanghai Institute of Technology, Shanghai 201418, China)

Abstract: Non-contact measurement method based on CCD optics was applied to test the thickness of molded pulp products. Through calibration, the results were given in gray image. According to the transformation relationship between pixel and actual thickness, the thickness of molded pulp products was measured. Experimental result showed that the method is effective to measure the product thickness lower than 1mm and has high precision, non-contact, light resource with white light and is suitable for field test.

Key words: optics; molded pulp material; thickness test

纸浆模塑产品可回收再造或自然降解,以其硬度高、拉力强、具有较大的缓冲性能等特点,广泛用于包装易碎产品。文献[1]用数字相关法研究了纸浆模塑材料的力学性能,包括纸浆模塑材料拉伸时弹性模量、泊松比等参数的检测,从而为纸浆模塑缓冲包装结构的有限元分析和设计打下基础。文献[2]测量了纸浆模塑材料在不同加载条件下拉伸时的强度极限、弹性模量和泊松比等力学性能,同时给出了纸浆模塑材料的应力-应变曲线。文献[3]根据纸浆模塑制品“L”形单元结构的静态压缩试验,证明了侧壁周长与单元结构最大承载能力之间具有良好的线性相关性。文献[4]提出对纸浆模塑制品应着重在材料的弹性模量、泊松比、剪切模量与材料的紧度、温度和湿度的函数规律以及单元结构和整体结构在静载及动载下的基本力学性能方面,形成纸浆模塑制品的理论设计方法,解决设计周期长和模具成本高的问题。文献[5-6]对纸浆模塑材料本构关系进行了深入研究。文献

[5]研究了纸浆模塑工业包装制品的材料性能、结构和所受的载荷,提出了纸浆模塑工业包装制品的缓冲机理,并利用有限元方法模拟了此类制品在载荷下的响应。文献[6]采用静态压缩试验获得了纸浆模塑制品材料厚度对其缓冲性能的影响特性,提出了数据处理中的等效面积理论,并利用等效面积为基础来表征纸浆模塑制品的缓冲性能。纸浆模塑产品厚度测试不仅关系到产品力学性能,而且对产品的厚度进行实时跟踪测试,及时得到关键部位厚度值,可以了解冲压模具的机械结构性能,从而为优化设计包装产品的冲压模具提供依据。纸浆模塑鸡蛋托盘是一种新型包装材料,是以印刷厂、纸箱厂的边角废料或废旧书本、报纸等为基料,掺合一定数量的辅助材料制成,这种纸浆模塑鸡蛋托盘具有与鸡蛋相吻合的外形结构与良好的弹性和透气性。在鸡蛋运输贮藏过程中不造成破损和污染,具有独特的防震、防冲击、防破碎、防腐的作用。笔者采用 CCD 的光学方法对该纸浆模

收稿日期: 2012-04-14

基金项目: 上海应用技术学院重点学科(1020Q121001-化工过程机械);上海市教育委员会一般项目(060Z028)

作者简介: 米红林(1974—),男,辽宁人,博士,上海应用技术学院副教授,主要从事实验固体力学及图像信息处理。

塑材料的壁厚进行了非接触测量,能够满足纸浆模塑产品厚度测试的需要。

1 实验

实验光路见图 1。一束白光照射在待测物上,高

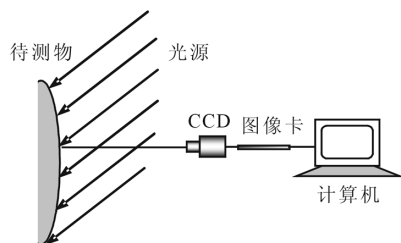


图 1 光学测试光路布置

Fig. 1 The schematic of optical test arrangement

分辨率 CCD 通过图像卡连接于计算机上,待测试件经高倍 ZOOM 镜后由 CCD 摄像,并由专用软件呈现于计算机屏幕上,以灰度图的形式显示。通过与待测物同平面的标尺计算出每个像素代表的实际长度,通过量测待测物的厚度的像素的数目,然后转换为纸浆模塑材料实际的厚度。

采用大恒图像 DH-1302UM 型号的 CCD, ZOOM 镜为日本制造的 AVENIR TV ZOOM LENS 12.5-75MM F1.8,冷光源,计算机。

实验使用的纸浆模塑材料见图 2。为了测出纸

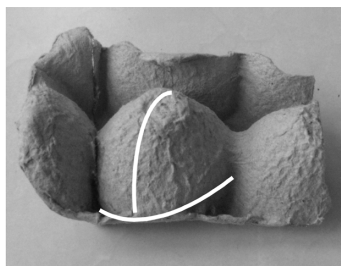


图 2 待测试件

Fig. 2 To be tested specimen

浆壁厚,将纸浆沿横向和纵向切割,使待测壁厚展现出来,便于一次测出。在实际测试时,为了使切口具有较好的对比度,要在剖口部位染色,以保证在采集后的图像中容易识别待测部位的壁厚范围。

实验时,布置水平和竖直标尺,最小刻度为 0.5 mm,保持标尺与待测面基本在同一平面内。调节 CCD 光圈与焦距,使图像尽可能充满计算机屏幕,并使图像清晰、对比度好为止。然后采集图像,为后处

理使用。

2 结果

实验灰度见图 3 和 4。图 3 中 AB 两点间共有

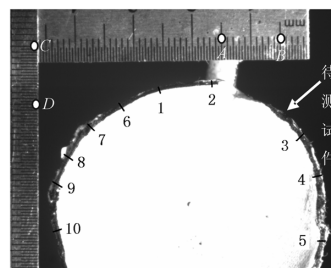


图 3 CCD 采集的待测物的横切面

Fig. 3 The specimen crosscutting map by CCD

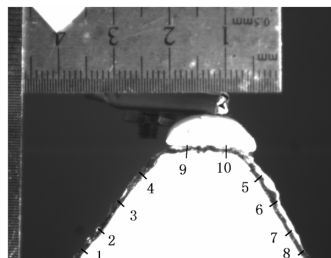


图 4 CCD 采集的待测物的纵切面

Fig. 4 The specimen longitudinal section map by CCD

177 个像素,其实际长度 $l_{AB} = 10 \text{ mm}$,可以得到横向每个像素代表的实际长度尺寸为: $10/177 = 0.0565 \text{ mm/pixel}$ 。同理,图中 CD 两点间共有 177 个像素,CD 两点间实际长度 $l_{CD} = 10 \text{ mm}$,得到竖向每个像素代表的实际长度尺寸也为: $10/177 = 0.0565 \text{ mm/pixel}$ 。按此方法图 4 中横向和纵向每个像素代表实际长度尺寸均为: $10/175 = 0.0571 \text{ mm/pixel}$ 。

由于图 3 和图 4 横向和竖向的像素代表的值相等,只要读出壁厚起点和终点的横坐标和纵坐标的像素值,对应的像素相减,采用上述转换标尺,对横向和纵向的截面,如图 3 中的 5,10 点和 1,2 点直接乘转换关系,对其他 3,4,6,7,8 点采用勾股定理求出斜边长度后,再乘以转换关系即可。这样处理后可以得到图中截面 1~10 上的待测试件厚度。测试结果见表 1 和 2。从表 1 看出,壁厚较为均匀,平均厚度为 0.932 mm;从表 2 看出,中间编号 9,10 部分数值稍小,冲压产生末端壁厚较薄,整体平均厚度为 0.817 mm。由表 1 和 2 得出,冲压时纸浆由底部向上部挤压,造成

表 1 横剖面不同部位试件厚度

Tab.1 The crosscutting thickness of different parts specimen

截面测点	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
像素	(17,8)	(0,11)	(12,11)	(17,1)	(17,2)	(8,14)	(11,13)	(17,10)	(13,7)	(17,0)
壁厚/mm	1.062	0.622	0.920	0.962	0.967	0.911	0.962	1.114	0.834	0.961

表 2 纵剖面不同部位试件厚度

Tab.2 The longitudinal section thickness of different parts of specimen

截面测点	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
像素	(9,9)	(12,11)	(10,10)	(9,13)	(11,12)	(13,10)	(9,10)	(10,13)	(0,10)	(1,12)
壁厚/mm	0.727	0.930	0.808	0.903	0.930	0.936	0.768	0.937	0.571	0.688

底部平均厚度要略厚于上部分壁厚。

3 结论

采用光学方法测试了纸浆模塑材料的壁厚,实验表明,该方法方便快捷,能够精确到 0.01 mm。对测试厚度小于 1 mm 的纸浆模塑材料(如啤酒顶部缓冲衬垫、仪表缓冲衬垫、手机用纸浆模塑盒等)非常有效。而且测试采用非接触式测量,具有游标卡尺等不具有的优点,操作方便、可行,可以为包装工程类似的材料厚度测试提供参考。

采用切割方法对待测试件进行了壁厚测试,要测不同的部位壁厚,要破坏试件,多次进行切割,方法仍具有一定的局限性。对于不透光的材料,采用光学方法进行全场无损检测测试件的壁厚,仍是一件难题,也是今后进一步深入研究的课题。

参考文献:

- [1] 计宏伟,余本农,平幼妹.用数字相关测量方法研究纸浆模塑材料拉伸时的力学性能[J].包装工程,2004,25(4):168—170.
JI Hong-wei, YU Ben-nong, PING You-mei, et al. Investigation of the mechanical Properties of Molded Pulp with DICM [J]. Packing Engineering, 2004, 25(4): 168—170.
- [2] 计宏伟,邵文泉,王和敏,等.纸浆模塑材料在不同加载条件下的力学特性[J].包装工程,2007, 28(8):10—13.
JI Hong-wei, SHAO Wen-quan, WANG He-min, et al. Mechanical Properties of Method Pulp under Various Loadings Conditions [J]. Packing Engineering, 2007, 28(8):10—13.
- [3] 周防国,袁东亮,张新昌,等.纸浆模塑制品单元结构侧壁周长与承压能力的关系[J].包装工程,2005,26(4):12

—14.

- ZHOU Fang-guo, YUAN Dong-liang, ZHANG Xin-chang, et al. The Relationship between Side Perimeters and Carrying Capaci of the unit Structure in Molded Pulp Product[J]. Packing Engineering, 2005, 26(4):12—14.
- [4] 曹国荣,张勇,田羽.纸浆模塑制品的研究进展[J].包装工程,2006,27(1):21—23.
CAO Guo-rong, ZHANG Yong, TIAN Yu. Progress in the Development of Moulded Pulp Products[J]. Packing Engineering, 2006, 27(1):21—23.
- [5] 王怀文,计宏伟,苗惠,等.纸浆模塑材料压缩力学行为及其本构关系的研究[J].机械强度,2009,31(3):382—386.
WANG Huai-wen, JI Hong-wei, MIAO Hui, et al. Research on Compression Mechanical Behaviors and Constitutive Relation of Moulded Pulp Material[J]. J of Mechanical Strength, 2009, 31(3):382—386.
- [6] 计宏伟,王怀文,郭玉花.纸浆模塑材料本构方程拟合的改进[J].包装工程,2009,30(10):11—13.
JI Hong-wei, WANG Huai-wen, GUO Yu-hua. Modification of Constitutive Equation Fitting of Moulded Pulp Material[J]. Packing Engineering, 2009, 30(10):11—13.
- [7] 曹世普,郭奕崇,马玉林.纸浆模塑工业包装制品缓冲机理研究及有限元模拟[J].中国包装工业,2002,97:34—37.
CAO Shi-pu, GUO Yi-cong, MA Yu-lin. Investigation on the Cushioning Mechanism of Modeled Pulp and Simulation through Finite Element Methd [J]. Packing Engineering of China, 2002, 97:34—37.
- [8] 王宏涛,骆光林,郭彦峰.纸浆模塑制品缓冲性能的实验研究[J].包装工程,2007,28(2):48—49.
WANG Hong-tao, LUO Guang-lin, GUO Yan-feng. Experimental Research on Cushioning Performance of Pulp Molded Product[J]. Packing Engineering, 2007, 28(2):48—49.