

瓦楞纸箱抗压强度的影响分析及测试方法



济南兰光机电技术有限公司

摘要: 瓦楞纸箱在现代生产中的地位越来越重要,其质量关系到商品的储运安全。抗压强度作为瓦楞纸箱质量的有效衡量标准之一,不仅受到成型工艺、印刷设计的影响,与环境因素也密不可分。因此,在日常生产中,应加强纸箱抗压强度的检测,通过把握力值与变形量的变化曲线,结合各影响因素,进一步完善瓦楞纸箱的质量。

关键词: 瓦楞纸箱、抗压强度、原纸、纸箱抗压机

Impact Analysis and Testing Method of the Compressive Strength of the Corrugated Carton

Labthink Instruments Co., Ltd.

Abstract:

Corrugated carton plays a more and more important role in modern production especially in storage and transportation of the commodities. As an essential measure of the quality, the compressive strength of the corrugated carton may be affected by the forming process, printing design and other environmental factors. Therefore, in daily production, the compressive strength should be tested and through the monitoring of the force-deformation rate curve, the quality of the corrugated cartons can be controlled.

Keywords:

Corrugated Carton, Compressive Strength, Base Paper, Box Compression Tester

瓦楞纸箱是现代包装中使用最广泛的包装容器之一,因其质轻、易折叠、价格便宜、可重复利用等优点,使其用量得到显著增加。随着瓦楞纸箱应用市场的扩大,纸箱用户对其质量和性能愈发苛刻,要求瓦楞纸箱在各种环境下,应具备足够的承受外界载荷时的力学强度。

其中,抗压性能综合反映了纸箱的基本特性,同时对流通中的货品起到保护作用,因此是瓦楞纸箱质量控制的首要指标。

瓦楞纸箱的抗压性能是指瓦楞纸箱在受到压力时的耐压强度及对内容物的保护能力,通常用抗压强度来表示。为了便于计算瓦楞纸箱的抗压强度,前人提出了很多经验公式,如凯利卡特公式、马基公式等。其中,凯利卡特公式被公认为计算结果相对误差最小的公式:

$$P_K = P_X(4aX_z/Z)^{2/3}J$$

式中, P_K 为计算出的抗压强度, N; P_X 为瓦楞原纸的综合环压强度, N/cm; Z 为纸箱的周长, cm; aX_z 为瓦楞常数; J 为纸箱常数;

通过公式,我们可以看出原纸的综合环压强度,以及纸箱的周长与瓦楞纸箱的抗压强度有着直接关系。除此之外,成型工艺和外界环境因素也会发生交互影响,致使瓦楞纸箱的抗压性能发生不同程度的下降。

一、原纸的质量影响

1、原纸的定量

定量,即为纸张克重。对于同纤维结构和制造工艺的原纸来说,其环压强度等于该原纸的定量乘以环压指数。GB/T 13023-2003 列举了不同类型的瓦楞原纸的环压指数,见表 1。因此,同材质的瓦楞原纸的环压强度,取决于实际应用的原纸的定量,定量越大,成型纸箱的抗压强度也越大。在此基础上,原纸定量的稳定性,即纸张各处的厚度是否均匀一致也是影响着成品纸箱抗压性能稳定性的重要原因。

表 1 不同类型瓦楞原纸的环压指数

定量 g/m ²	横向环压指数 N·m/g 不小于				
	优等品			一等品	合格品
	AAA	AA	A		
≤90	7.5	7.0	6.5	5.0	3.0
>90 ~140	8.5	7.5	6.8	5.3	3.5
≥140 ~160	10.0	9.0	7.7	6.3	4.4
≥180	11.5	10.5	9.2	7.7	5.5

2、原纸的紧度

紧度,是指每立方厘米的原纸的重量,是衡量原纸组织结构紧密程度的指标,决定着原纸的刚性、强度、透气性和吸收性等特性。当多种原纸利用粘合剂粘合后,紧度高的原纸由于自身纤维具有较强的互相牵拉力,从而与粘合剂的结合效果好,整体的粘合强度高。反之,粘合剂则容易被原纸吸收分散,相同的施胶剂量,单位面积的胶量减少,降低了原纸间的粘合强度,间接影响了成品瓦楞纸箱的抗压强度。

3、原纸的水分与施胶度

瓦楞纸箱所用的原纸一般由植物性纤维构成,经过一系列加工,会含有一定量的水分,正常应控制在 9%~12%,利于瓦楞成型。若原纸含水量低于 9%时,施胶后原纸会吸湿而产生气泡,减少了瓦楞与面纸/里纸的粘结面积。若原纸含水量过高,则施胶易扩散,降低了粘合强度。

于此同时,施胶度也会对原纸的水分含量产生一定的影响。通常,在原纸生产中,施加一定量的耐水性的胶体物以提高原纸抗水性的工艺为施胶。这一工艺要求施胶度合理,才能使原纸不易吸湿,保持其含水量的稳定,进而保障成品纸箱的抗压强度。但是,若施胶度过高,即水分含量较低,原纸纤维会变的酥脆,影响成箱后的抗压强度。若原纸的施胶度过低,则无法阻隔吸收外界的潮气,造成原纸的含水量增高,纤维膨胀,环压强度大幅降低。

二、瓦楞纸箱的成型工艺影响

1、瓦楞纸箱的棱形、波形

瓦楞纸箱的楞形一般分为 A、B、C、E、K 五种,其中前四种应用最为广泛。A 型楞是最先发明的一种瓦楞形状,具有最大的瓦楞间距和高度,单位长度内瓦楞数量最少,这种形状富有一定的弹性,能发挥良好的缓冲性能,承载较大的冲击力;B 型楞与 A 型楞截然相反,瓦楞高度最低,单位长度瓦楞密度大,纸板表面平整,具有较高的平压强度,在外界压力下不易变形,稳定性好。C 型楞的楞高和单位长度内的瓦楞数均介于 A 型与 B 型之间,性能也介于二者之间。E 型楞的瓦楞楞薄而密,其刚性和强度、手感硬度较好。综合以上各种楞形的特点,成箱后的抗压强度从高到低依次为 A、C、B、E。在实际应用中,为了获得更高的抗压强度,通常采用两种或三种楞形结合的方式构成三层、五层或七层的瓦楞纸板。

除了楞形以外,构成瓦楞纸板的波形也会对瓦楞纸板和成箱的强度造成影响。V形、U形和UV型是三种主要波形,分别具有不同特征,如表2。从表中可以看出,UV型是一种理想波形,生产者亦可以根据实际需求选择合适的波形。

表 2. 瓦楞纸板的三种波形优劣势

瓦楞波形	优势	劣势
V型瓦楞波形	1、节省粘合剂 2、平面抗压强度高	1、粘合强度较低 2、受力冲击变形后难以恢复
U型瓦楞波形	1、着胶面积大,粘合强度高 2、圆形楞顶,富有弹性	1、粘合剂用量大
UV型瓦楞波形	既保持V形楞的高抗压力,又具备U形楞的粘合强度,并富有较好的弹性	

2、瓦楞纸箱的长、宽、高

在瓦楞用纸的材质与楞形、波形一致的情况下,成品纸箱的长宽高设计与其抗压强度有着紧密的联系。根据经验,瓦楞纸箱的长宽之比在1~1.8之间,对其抗压强度的影响最小,仅为±5%,当二者比例为1.5左右时,纸箱的抗压强度最高^[1]。此外,纸箱的高度不宜过高,应控制在350~650mm之间^[2],当高度增加时,不稳定性骤增,抗压强度也会随之下降。因此在设计纸箱的尺寸时,宜综合考量三方比例,既保障纸箱具有良好的抗压强度,又能减少成本的浪费。

3、印刷工艺

在重视品牌宣传的今天,瓦楞纸箱的印刷设计越来越受到重视,殊不知,印刷工艺在一定程度上也会造成成品纸箱抗压强度的下降。主要体现在两个方面:(1)印刷压力的影响。传统印刷过程会对瓦楞纸板施以一定的压力,若压力过大则易将瓦楞压溃,使其失去原有的抗压功能;(2)油墨的浸润影响。油墨是印刷工艺不可或缺的组成部分,但它会对瓦楞纸板表面产生浸润作用,严重降低纸箱的抗压强度。当印刷面积大以及套印次数多的时候,则会使这种浸润作用更加明显。

三、环境因素——湿度影响

根据上述介绍,瓦楞纸箱因采用吸水性很强的纤维材料,极易吸收水分,引起抗压强度的下降。除了加工过程中对材料含水量的控制外,生产环境、存放环境、使用环境、天气、等因素都有可能造成瓦楞纸箱的高湿环境。根据研究资料的分析,相对湿度从 40%上升到 60%,抗压强度下降的幅度最大,达到 17%;其次是相对湿度 80%至 90%区间,抗压强度下降了 10%;下降幅度最小的是 60%至 80%区间,为 7%^[3]。因此,可以看出,瓦楞纸箱周围的湿度越大,抗压强度的损失也就越大。

四、瓦楞纸箱抗压强度的精确测算

文章前面已经介绍过经典的抗压强度计算公式——凯利卡特公式,虽然精确度已获公认,但不可否认,这是一个基于静态因素的测算公式,无法反映出成型工艺、印刷设计和环境因素的动态影响,经此公式测算的抗压强度与实际仍有一定差距。因此,现代企业更多的是利用纸箱抗压试验机进行精确测量。标准 GB/T 4857.4-2003《包装 运输包装件基本试验》规定了抗压强度的测试方法,下面结合 XYD-15K 纸箱抗压机进行简单介绍。

抗压试验的基本原理是将试验品放置于纸箱抗压机的压板之间进行加压,直至试样损坏或达到预定载荷和位移值时为止。由此衍生为三种抗压试验模式,即“定压力测形变”、“定形变测压力”和“压溃”。具体方法如下:

1、试样温湿度预处理。将样品箱置于 23°C, 50%RH 的环境下 4 小时进行试样调节。

2、将预处理后的试样封装好,放置在纸箱抗压机的下压板中心,如图 1。若采用“定压力测形变”模式,则需设置预定压力(“定形变测压力”模式则需预设形变量)、初始载荷值等参数,并调整高度参数至试样高度值,其中初始载荷值的设定是为了使上压板与试样达到充分接触,可参照表 3 进行设置。启动试验,上压板在系统的控制下以适当的速度向下运行,当试样所受的压力达到初始载荷值时,位移量自动清零,当压力继续增大至设定压力值时,仪器自动结束试验,并显示试样的变形量。而“压溃”模式则无需压力和位移量设置,试样所承受的压力值曲线不断上升,在试样压溃的节点达到峰值后开始下降,当压力值降到最大值的 70%时,自动结束试验。

表 3 初始载荷值

平均压缩载荷 (N)	初始载荷 (N)
101~200	10
201~1000	25

济南兰光机电技术有限公司

中国济南无影山路 144 号 (250031)

总机: (86) 0531 85068566

传真: (86) 0531 85062108

E-mail: marketing@labthink.com

网址: <http://www.labthink.com>

1001~2000	100
2001~10000	250
10001~20000	1000
20001~100000	2500
.....

^

图1. 纸箱抗压试验



3、笔者共测试了五个尺寸为 22 cm(高) × 32 cm(长) × 30 cm(宽)的瓦楞纸箱试样, 抗压强度分别为 3405 N、3462 N、3419 N、3455 N、3431 N。

五、结语

瓦楞纸箱在现代生产中的地位越来越重要, 其质量关系到商品的储运安全。抗压强度作为瓦楞纸箱质量的有效衡量标准之一, 不仅受到成型工艺、印刷设计的影响, 与环境因素也密不可分。因此, 在日常生产中, 应加强纸箱抗压强度的检测, 通过把握力值与变形量的变化曲线, 结合各影响因素, 进一步完善瓦楞纸箱的质量。

摘要:

[1]滑广军, 赵德坚, 魏专.大长宽比对纸箱抗压能力影响的研究与分析[J].包装工程, 2010, 31 (21): 45-47.

[2]王小燕, 郭开华.瓦楞纸箱结构参数对其承压能力的影响[J].包装工程, 2007, 28 (7): 34-35.

[3]何理, 丁毅, 贾丽萍.不同湿度条件下瓦楞纸箱抗压强度的试验研究[J].包装工程, --2012,33 (17): 68-69.