

重型有底无盖八角箱研究

王悦, 张惠忠

(达成包装制品(苏州)有限公司, 苏州 215155)

摘要: **目的** 改变箱型结构来提高纸箱抗压强度, 以解决纸箱鼓肚变形等问题。**方法** 将纸箱结构设计成八角形, 增加纸箱的承重角数和边数, 同时将箱体底部设计为拼接结构。**结果** 用材、周长相同时, 八角箱与普通 0201 型纸箱相比, 抗压强度提高了 2 倍, 越靠近纸箱底部四周侧向受力越大, 贮存和运输过程中鼓肚现象越明显, 破损越严重。**结论** 有底八角箱在一定程度上可抵抗内装物对纸箱底部边缘向外的冲击力, 减少因纸箱鼓肚变形造成的损坏。

关键词: 重型八角箱; 抗压强度; 鼓肚变形

中图分类号: TB484.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2017)13-0137-04

Heavy-duty Uncovered Octagonal Carton with Bottom

WANG Yue, ZHANG Hui-zhong

(Tat Seng Packaging (Suzhou) Co., Ltd., Suzhou 215155, China)

ABSTRACT: The work aims to change the carton structure to improve its compressive strength, so as to solve such problems as bulging deformation of carton. Carton was designed as an octagonal structure, with the increased number of bearing corners and edges, and the carton bottom was designed as a splicing structure. Compared with ordinary type 0201 carton, the compressive strength of octagonal carton could be increased by 1 time. The more close to the bottom of carton, the greater the lateral force in all directions; the more obvious the bulging phenomenon in the process of storage and transportation was, the more serious the damage was. The octagonal carton with bottom to some extent can resist the outbound impact force from the goods therein against the edges at the bottom of carton, and reduce the damages caused by bulging deformation of carton.

KEY WORDS: heavy-duty octagonal carton; compressive strength; bulging deformation

2009 年 8 月 27 日, 国务院七部委联合发出的 416 号文件“包装节材代木工程”明确规定重型瓦楞包装是今后的一个主要发展方向^[1-3]。从理论上讲, 普通瓦楞纸箱四周侧壁承受负载的能力并不均衡, 当纸箱承受的压力超过其抗压极限时, 纸箱侧壁的垂直面会出现弯曲、变形直至压溃, 越靠近纸箱侧壁的中间部位越容易出现变形, 且越严重, 侧壁上 4 个棱角的部位最后出现变形, 抗压能力最强^[4-5]。文中介绍一种新型瓦楞纸箱结构, 即重型有底无盖八角箱, 将四角纸箱设计为八角纸箱, 不仅抗压强度得到较大提高, 其适用范围也更广, 如袋装粉剂、颗粒剂的化工原料, 电缆盘类产品, 袋装液态物料等。

1 实验

重型有底无盖八角箱呈八边形结构, 箱底由 8 个三角形摇盖拼接组成, 见图 1。制造工艺简单, 由一张瓦楞纸板经模切、折叠、钉合而成, 其展开结构见图 2。

1.1 纸箱类型与设备

普通纸箱在凯里卡特公式的计算中, 纸箱的周长与高度是 2 个重要因素, 为使试验结果有可比性, 设定正八角箱、非正八角箱、0201 型纸箱的周长完全一致, 均为 1656 mm, 高度均为 600 mm, 用材相同;

收稿日期: 2017-02-06

作者简介: 王悦 (1986—), 女, 满族, 工程师, 主要研究方向为重型瓦楞纸箱和特种功能瓦楞纸箱包装。

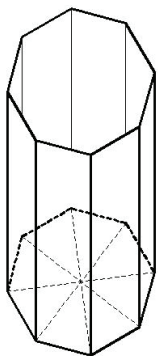


图1 重型有底无盖八角箱结构

Fig.1 Heavy octagonal carton without cover

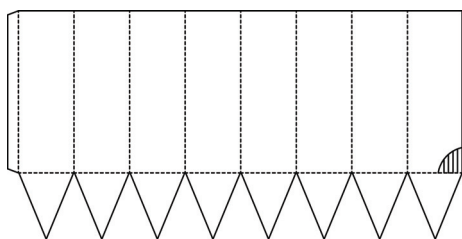


图2 重型有底无盖八角箱展开结构

Fig.2 Expanded figure of octagonal carton

所用材质均为市场上最常用的,5层瓦楞纸箱的定量分别为200,120,120,120,200 g/m²,楞型为欧美使用较多的BC楞(包括内围框用材);八角箱的平面尺寸与标准托盘匹配;纸箱采用钉合的结合方式。

主要设备与仪器:瓦楞纸板流水线(德国BHS)、纸箱纸盒电脑打样机(DCZ75)、微电脑程控抗压强度试验仪(QD-3001A,东莞市勤达仪器有限公司)。

1.2 方法

1.2.1 设计

1) 周长、高度相等,0201型纸箱(正方形)与正八角箱抗压强度的研究;

2) 周长、高度相等,有底、无底八角箱抗压强度的研究;

3) 周长、高度相等,正八角箱与非正八角箱抗压强度的研究;

4) 有内围框八角箱与无内围框八角箱抗压强度的研究;

5) 有底、无底八角箱在运输振动时变形情况的研究;

6) 八角箱在运输振动时横向冲击力的研究;

7) 四周加粘加固带对八角箱鼓肚现象影响的研究。

1.2.2 测试指标和方法

空箱抗压强度是评价瓦楞纸箱好坏的一项重要指标,是指在压力试验机上均匀施加动态载荷直至箱体变形、压溃时的最大载荷。

按照GB/T 4857.4—2008测定抗压强度,将封箱

后的瓦楞纸箱放置在微电脑程控压力试验仪的2个压板间,试验机的上压板按设定速度向下运动,接触纸箱后对其进行施压,同时测量纸箱所受的压力值与变形量,试验机自动记录压力值与变形量^[6-10]。

2 结果与讨论

2.1 抗压强度

周长、高度相等时,0201型纸箱(正方形)、有底正八角箱、有底非正八角箱、无底非正八角箱抗压强度的比较见表1。由表1可知,周长、高度相等时,有底正八角箱比普通0201型纸箱的抗压强度提高了68%,有底非正八角箱比普通0201型纸箱的抗压强度提高了51%,有底正八角箱比有底非正八角箱的抗压强度提高了11.2%,有底非正八角箱与无底非正八角箱的抗压强度几乎相等,无明显区别。

表1 抗压强度对比
Tab.1 Compressive strength contrast

类别	抗压强度			
	样箱1	样箱2	样箱3	平均值
0201型正方形纸箱	5561.28	5632.90	5450.43	5548.20
有底正八角箱	9220.41	9325.38	9417.60	9321.13
有底非正八角箱	8484.66	8393.43	8264.76	8380.95
无底非正八角箱	8605.33	8205.19	8411.09	8407.20

2.2 有、无内围框八角箱抗压强度

有、无内围框正八角箱抗压强度的比较见表2。由表2可知,有围框的正八角箱比无围框的抗压强度提高了90%,有围框的正八角箱比普通0201型纸箱抗压强度提高了2倍多。

表2 八角箱抗压强度对比
Tab.2 Compressive strength contrast of octagonal carton

类别	抗压强度			
	样箱1	样箱2	样箱3	平均值
0201型纸箱	5561.28	5632.90	5450.43	5548.20
有内围框正八角箱	17 718.82	17 677.62	17 650.15	17 682.20
无内围框正八角箱	9220.41	9325.38	9417.60	9321.13

2.3 鼓肚变形

纸箱在使用过程中会出现鼓肚变形的现象,问题产生的原因分析如下。

1) 楞型选择不当。A瓦楞高度大,承受垂直方向压力性能好,但承受水平方向压力性能不如B瓦

楞、C 瓦楞。A 瓦楞纸箱装上产品后, 在动态运输过程中受到横向、纵向的振动, 由于包装物与纸箱之间的反复冲击, 使纸箱壁变薄, 容易出现鼓肚变形现象。

2) 堆放成品托盘的影响。产品在仓库堆放时, 堆积通常不超过 3 m, 一般是 2 个托盘叠加码垛。纸箱在堆放过程中, 纸箱的强度变化是一个蠕变的过程。特别是底层纸箱, 其特点为在一定时间内相对稳定的载荷作用于纸箱, 纸箱会发生连续的弯曲变形。如果长期在静压力作用下, 纸箱会被压塌、损坏, 因此托盘上堆放的最下层纸箱通常会出现鼓肚现象, 且有部分压溃变形^[11-14]。纸箱在垂直压力作用时, 箱面中央出现的变形量最大, 出现压溃后, 折痕为鼓出状。试验证明 0201 型瓦楞纸箱受压时, 4 个棱角处抗压强度最好, 4 边中点处抗压强度最差。如果上层托盘脚块压在纸箱中间位置, 纸箱中间位置易形成集中载荷, 见图 3, 导致纸箱破裂、永久变形。解决的办法是在其下加一平垫板。如果托盘铺板缝隙过宽, 纸箱的箱角容易掉进缝隙中, 导致纸箱鼓肚, 见图 4。

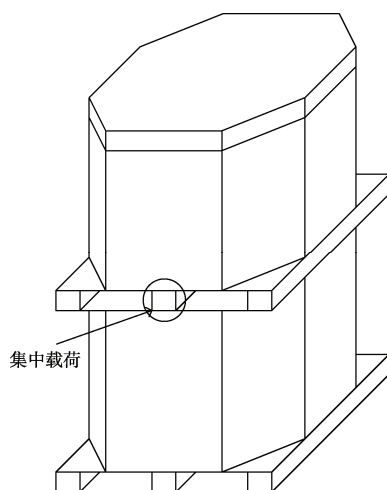


图 3 两层托盘堆码
Fig.3 Two-pallet stacking

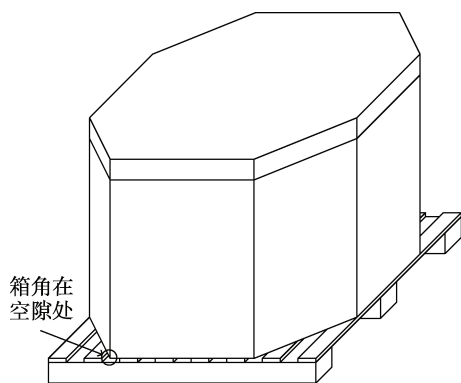


图 4 包装件托盘
Fig.4 Package pallet

3) 内装物本身特性的影响。液体、粘稠状、流体、颗粒及粉末类产品, 纸箱包装后, 由于产品本身特性, 内装物下沉, 顶部与内装物之间的间隙越来

越大, 并且箱底四周受力最大, 因此, 这类产品在贮存、运输过程中常出现纸箱鼓肚变形现象, 尤其是在纸箱下部 1/4~1/5 处最为严重。

2.4 有、无底八角箱

有、无底正八角箱 (内装物粉料 125 kg) 在电磁振动试验仪上, 按 ISTA 3E 中的振动图谱振动 4 h, 加速度为 0.54 g, 理论行程峰-峰值为 45.13 mm, 八角箱箱体变形情况见图 5—6。由图 5 可得, 无底八角箱从箱体底部边缘发生鼓肚变形。由图 6 可得, 有底八角箱从箱体底部边缘向上 20 mm 左右的位置才开始发生鼓肚变形。由此可得, 有底八角箱在一定程度上抵抗了内装物对纸箱向外的冲击力, 降低了鼓肚变形对纸箱造成的破坏程度。

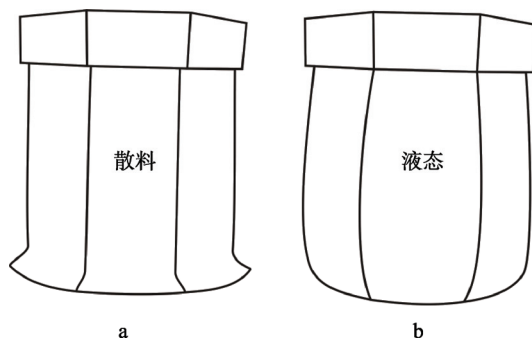


图 5 无底加盖八角箱变形情况
Fig.5 Deformation of octagonal carton without bottom

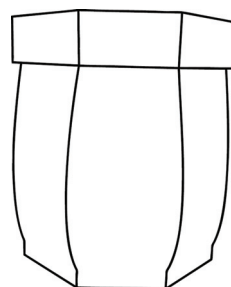


图 6 有底加盖八角箱变形情况
Fig.6 Deformation of octagonal carton with bottom

2.5 加固带

加固带是一种纤维材料, 伸缩变形量极小。目前国内使用较多的是美国爱得力品牌, 加固带宽度为 3~20 mm 不等, 共 6 种, 断裂强度为 15~50 kg, 熔点为 160 °C, 软化点为 95 °C。在纸板加工过程中, 可加热粘合在瓦纸与面纸、瓦纸与里纸之间 (在纸箱内外表面都看不见), 然后加工成纸箱, 见图 7。加固带可以紧固纸箱, 防止瓦楞压溃变形、夹角撕破、箱体鼓肚下坠, 有效保护内装物; 保护垂直压痕线、提手及模切手孔; 在搬运过程中, 提高纸箱的抗摔能力, 减少货物损坏; 顶部加固可以防止打包带压破箱口、损坏内装物, 增加纸箱的周转次数。

以内装物为液体进行分析, 液体压强原理: 液体

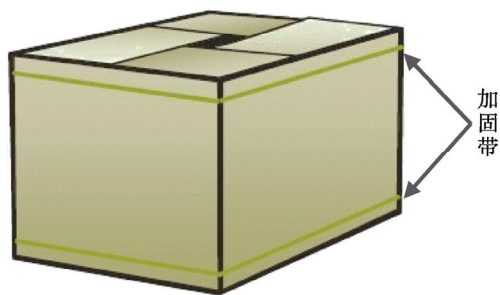


图7 加固带纸箱

Fig.7 Carton with reinforcing tape

内部向各个方向都有压强,压强随液体深度的增大而增大,同种液体在同一深度时各个方向的压强大小相等,不同的液体在同一深度产生的压强大小与液体的密度有关,密度越大,液体的压强越大。液体压强公式为 $p=\rho gh$ 。其中 ρ 为液体密度; g 为重力加速度, 9.8 N/kg ; h 为深度,即液体内部某一点到液面竖直方向的距离。

同种液体在同一深度向各个方向的压强都相等。由帕斯卡定律(加在密闭液体上的压强,能够大小不变地由液体向各个方向传递)可得,纸箱越靠近底部,四周受力越大,包装件在贮存、运输过程中鼓肚现象越明显,破损越严重。如果加粘加固带,需要按加固带的宽度、纸箱受力等情况来设计加粘条数,其位置、间距等数据需要通过试验来验证。

3 结语

周长、高度相等时,正八角箱比普通 0201 型纸箱的抗压强度提高了 68%,非正八角箱比普通 0201 型纸箱的抗压强度提高了 51%,正八角箱比非正八角箱的抗压强度提高了 11.2%;有围框正八角箱比无围框的抗压强度提高了 90%,有围框正八角箱比普通 0201 型纸箱的抗压强度提高了 2 倍多;有底八角箱在一定程度上可抵抗内装物对纸箱底部边缘向外的冲击力,减少纸箱鼓肚变形的发生;纸箱越靠近底部四周受力越大,包装件在贮存、运输过程中鼓肚现象越明显,破损越严重;加粘加固带的方式可以减少纸箱鼓肚变形的破坏。

某款尺寸为 $1100 \text{ mm} \times 1100 \text{ mm} \times 1000 \text{ mm}$ 的八角有底有围框有加固带套箱,内外材质均用标准“T1.4”7 层纸板(见 GB/T 6544),内装 800 kg 滑动性较大的化工粉剂,2 年内出口 1000 多套,无 1 例投诉。

参考文献:

- [1] 张惠忠. 重型瓦楞包装与涂布功能纸箱[J]. 上海包装, 2015(8): 42—47.
ZHANG Hui-zhong. Heavy Duty Corrugated Carton Packaging and Coating Function[J]. Shanghai Packaging, 2015(8): 42—47.
- [2] 王悦, 张惠忠. 角柱型瓦楞纸套箱抗压强度的研究[J]. 包装工程, 2014, 35(21): 30—34.
WANG Yue, ZHANG Hui-zhong. Compressive Strength of Angle-type Corrugated Carton[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(21): 30—34.
- [3] 彭全, 宋磊, 肖同, 等. 瓦楞纸箱边压强度的不确定度分析[J]. 包装工程, 2013, 34(17): 49—51.
PENG Quan, SONG Lei, XIAO Tong, et al. Uncertainty Analysis of Edgewise-crushed Resistance of Corrugated Box[J]. Packaging Engineering, 2013, 34(17): 49—51.
- [4] SINGH J, OLSEN E, SINGH S P, et al. The Effect of Ventilation and Hand Holes on Loss of Compression Strength in Corrugated Boxes[J]. Journal of Applied Packaging Research, 2008(6): 227—238.
- [5] BENJAMIN F. Corrugated Box Compression: A Literature Survey[J]. Packaging Technology and Science, 2013(2): 105—128.
- [6] 彭国勋. 物流运输包装设计[M]. 北京: 印刷工业出版社, 2012.
PENG Guo-xun. Design of Transportation Packaging [M]. Beijing: Graphic Communication Press, 2012.
- [7] E Y P, WANG Z W. Stress Plateau of Multilayered Corrugated Paperboard in Various Ambient Humidities[J]. Packaging Technology and Science, 2012(5): 187—202.
- [8] 黄昌海. 重型瓦楞纸箱性能的影响因素[J]. 印刷杂志, 2010(2): 17—19.
HUANG Chang-hai. The Influence Factors of Heavy Duty Corrugated Carton Performance[J]. Printing Field, 2010(2): 17—19.
- [9] 陈淑荣, 曹国荣, 郑宣. 基于托盘标准尺寸的瓦楞纸箱尺寸设计方法研究[J]. 中国印刷与包装研究, 2014, 1(6): 56—59.
CHEN Shu-rong, CAO Guo-rong, ZHENG Xuan. Research on Size Design of Corrugated Box Based on Standard Pallet Dimension[J]. China Printing and Packaging Study, 2014, 1(6): 56—59.
- [10] HAJ-ALI R, CHOI J, WEI B S, et al. Refined Nonlinear Finite Element Models for Corrugated Fiberboards[J]. Composite Structures, 2009, 87(4): 321—333.
- [11] 孙诚. 包装结构设计[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2008.
SUN Cheng. Package Structure Design[M]. Beijing: China Light Industry Press, 2008.
- [12] 吕维亮, 王军. 非均布载荷下瓦楞纸箱的承载性能[J]. 包装工程, 2016, 37(23): 1—5.
LYU Wei-liang, WANG Jun. Load-carrying Property of Corrugated Cartons under Non-uniform Load[J]. Packaging Engineering, 2016, 37(23): 1—5.
- [13] 郑宣. 瓦楞纸箱减量化设计系统的研究与开发[D]. 北京: 北京印刷学院, 2013.
ZHENG Xuan. Research and Development on System of the Corrugated Box Reduction Designing[D]. Beijing: Beijing Institute of Graphic Communication, 2013.
- [14] 肖志坚. 瓦楞纸箱局部增强技术的研究[J]. 包装工程, 2013, 34(7): 17—20.
XIAO Zhi-jian. Research of Localized Strengthening Technology of Corrugated Box[J]. Packaging Engineering, 2013, 34(7): 17—20.