

冷冻食品包装用瓦楞纸箱结构设计研究

唐静静, 徐雪萌

(河南工业大学, 郑州 450007)

摘要: 根据冷冻食品用瓦楞纸箱在冷库中易出现的塌箱现象, 介绍了塌箱原因。从瓦楞纸箱结构设计的角度, 研究了提高瓦楞纸箱抗压强度的方法。实验数据分析表明: 按照纸板理论边压强度的 1.25 倍进行配纸, 所得到的瓦楞纸板抗压强度可满足储运环境要求; 此外, 将常用 02 型箱型改为套合型箱型, 也可明显提高纸箱的抗压强度。

关键词: 冷冻食品; 瓦楞纸箱; 结构设计; 边压强度; 抗压强度

中图分类号: TB482.2; TB484.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2011)09-0037-03

Research on Structure Design of Corrugated Box for Frozen Food

TANG Jing-jing, XU Xue-meng

(Henan University of Technology, Zhengzhou 450007, China)

Abstract: Corrugated boxes for frozen foods were very easy to collapse in cold rooms. According to this phenomenon, the reason of collapse was analyzed. The method of improving corrugated box's compressive strength was studied from the view point of corrugated box structure design. Experimental results showed that when paper matching according to 1.25 times edgewise compression strength, the compressive strength of corrugated box can meet requirements of storage and transportation. Moreover, replacing sleeve style box to 02 style box can obviously increase box's compressive strength.

Key words: frozen food; corrugated box; structure design; edgewise compression strength; compressive strength

瓦楞纸箱是速冻、冷冻食品及其它食品企业常用的运输包装容器。食品被袋包装后,再装入瓦楞纸箱完成运输包装。由于冷冻或速冻食品的特性要求,包装好的瓦楞纸箱需要放入冷库贮存。冷库的温度一般为 $-18\sim-24\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。在产品由冷库搬运至销售地点的运输过程中,由于温差,箱体周围空气中的水气达到了露点温度,在纸箱表面凝结成水珠。纸箱因吸收水分而使抗压强度降低,导致运输过程中纸箱发生塌箱现象,使得厂家遭受经济损失。据统计,由此类因素导致的经济损失占流通过程中总损失的 20%^[1]。针对此问题,国内外一般的改进方法是制造耐水箱或防水箱,即在瓦楞纸板的印刷工艺中,图案印刷之后再印刷一层罩光油,经干燥固化成膜,来降低外界湿度对纸箱强度的影响,但效果不是很理想。

笔者通过对河南省某品牌速冻饺子用瓦楞纸包装箱的结构及强度研究得出,可以从改进纸箱结构的角度来增加纸箱的抗压强度,即通过改进瓦楞纸板的配纸方案以及改变纸箱结构类型,来增强瓦楞纸箱强度,避免纸箱因吸湿强度降低而影响使用性能。

1 冷冻食品用瓦楞纸箱结构的设计原理

目前大部分速冻冷冻食品的厂家都采用 0201 箱型的瓦楞纸箱作为产品的运输包装箱。为了解决纸箱吸潮导致的抗压强度降低问题,将 3 层瓦楞纸板结构改为 5 层瓦楞纸板结构。多数厂家的商品在由冷库搬至销售地点的过程中,还是出现了箱面手感发软和纸箱坍塌的现象。究其原因,是由于在瓦楞纸的

收稿日期: 2010-10-15

基金项目: 河南工业大学校级基金项目(09XG G004)

作者简介: 唐静静(1978—),女,壮族,广西河池人,硕士,河南工业大学讲师,主要从事包装产品及其自动化的教学和研究。

配纸过程中,未考虑瓦楞纸吸潮而使瓦楞纸箱的抗压强度大幅度降低这一主要影响因素。

分析 0201 箱型瓦楞纸箱的抗压强度。由 McKee 简化公式^[2]:

$$P=1.85 \times P_1 \sqrt{CT} \quad (1)$$

式中: P 为瓦楞纸箱抗压强度理论值(N); P_1 为瓦楞纸板边压强度值(N/m); C 为纸箱周长(m); T 为纸板厚(m)。

由 McKee 简化公式可知,在已知瓦楞纸箱尺寸的前提下,要提高瓦楞纸箱的抗压强度,可以从提高纸板边压强度、纸板厚度 2 个方面入手。

2 瓦楞纸板配纸结构

常用于速冻、冷冻食品的瓦楞纸箱大多采用 AB 型双瓦楞纸板。以河南省某速冻饺子包装箱为例,箱型为 0201 型,瓦楞纸板为 AB 型纸板。装箱后产品毛重为 15 kg,纸箱尺寸为 380 mm×300 mm×300 mm,在温度为-18℃,相对湿度为 30%的仓库中储存,储存时间为 30~100 d,堆码 10 层。根据 GB/T 653-2008 中瓦楞纸箱抗压强度的计算公式可求得该箱所需的抗压强度为 2 037 N,由于箱型采用 0201 型,因此可由 McKee 公式推导出边压强度为 3 541 N/m,据此可得满足该边压强度值的瓦楞纸板配纸为:面纸、里纸选用定量为 150 g/m² 的 B 级箱纸板,2 层楞纸选用定量为 150 g/m² 的 B 级瓦楞纸,加芯选用定量为 200 g/m² 的卡纸。

根据相关文献报道,由实验得知,当 AB 型双瓦楞纸板的含水率由 7.7% 升至 10.3% 时,纸板的边压强度急剧下降,下降值约 27%;当纸板含水率由 10.3% 升至 16.4% 时,纸板边压强度约下降 21%,具体数据曲线见图 1。

通常,使用于速冻食品的瓦楞纸箱含水率在 10% 左右。当瓦楞纸箱放入冷库储存,再搬至库外销售场地,该过程中由于温差而导致瓦楞纸箱吸潮,瓦楞纸箱的含水率迅速升高约 19%^[2]。根据边压强度与含水率的关系曲线可以估算得知,此时边压强度下降率约为 23%~25% 之间。边压强度达不到在非冷库环境下所要求的边压强度值,因此,在进行瓦楞纸箱的配纸时,应考虑到纸箱含水率对的边压强度的影响,在按照常规计算出来的边压强度的基础上,应将

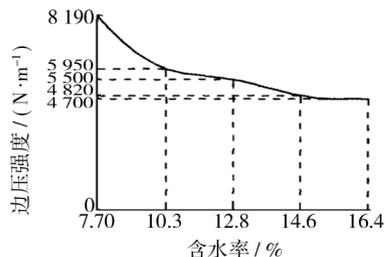


图 1 纸箱边压强度与含水率的关系^[4]

Fig. 1 Edgewise crush strength vs. moisture content

边压强度增大 25%,使潮后的纸板边压强度依然满足非冷库环境下的要求。实例中,将边压强度增大 25% 后,边压强度值为 4 426 N,由此所得得配纸为:面纸、里纸选用定量为 175 g/m² 的 A 级箱纸板,2 层楞纸选用定量为 125 g/m² 的 A 级高强瓦楞纸,加芯选用定量为 200 g/m² 的卡纸。

3 瓦楞纸箱的结构设计

目前市场上基本都采用 02 型开槽瓦楞纸箱作为食品的运输包装容器。02 型开槽型纸箱由一片瓦楞纸板订合或粘合而成,箱顶或底的部分由 4 块折翼交叉折叠封合成型^[2]。单层的 02 型纸箱用于速冻或冷冻食品的包装上,经过冷库储存、出仓运输阶段,纸箱因吸湿而导致抗压强度下降,发生塌箱,因此,用于速冻或冷冻食品的瓦楞纸箱大多采用 5 层纸板结构的 02 型瓦楞纸箱。由于 02 型纸箱为一体式,若采用 5 层纸板结构,则整箱都必须采用 5 层结构,从而增加了纸箱的质量,也同时增加了运输的成本。

在瓦楞纸箱堆码过程中,主要的受力部分为箱体结构中处于竖直放置状态的 2 块端板和 2 块前后板,因此,加强这 4 块板的抗压强度,就可以实现提高瓦楞纸箱的抗压强度。

加强主要受力板的抗压强度的方法有 2 种:

其一,在 3 层箱纸板 02 型纸箱的四周内壁增加环形内套。内套采用 A 楞结构的瓦楞纸板,这样既可增加纸箱的抗压强度,还能达到缓冲的效果,防止冷冻食品的尖角形状将吸湿后的纸箱戳破,这种方法最为简单。

其二,采用套合型结构的纸箱。套合型纸箱一般由 2~3 片瓦楞纸板组合而成,其特点是箱盖和箱底分开,使用时才套接起来构成箱的整体^[2]。实验表

明,在纸箱容积、纸板配纸以及楞型都相同的前提下,套合型结构的箱型做为速冻或冷冻食品运输包装,能比 02 型纸箱承受抗压强度更高,见表 1。

表 1 箱型与抗压强度的关系^[4]

Tab.1 Relationship between box style and compressive strength

| 编号* | 1# | 2# | 3# | 4# | 5# | 6# | 7# |
|--------|----|-----|----|----|----|-----|-----|
| 抗压强度/N | 95 | 122 | 71 | 67 | 59 | 183 | 218 |

*:表中 1#, 2# 为 02 型开槽箱型; 3#—5# 为折叠插入式箱型; 6#, 7# 为套合型结构纸箱。

由表 1 可见,套合型瓦楞纸箱的抗压强度较相同包装条件的 02 型瓦楞纸箱的抗压强度,大约提高了 2 倍。

结合成本要求,可以将箱底和箱体部分设计为 5 层瓦楞纸板结构,而箱盖则采用 3 层瓦楞纸板结构,箱盖将箱体安全覆盖。其结构展开图见图 2。

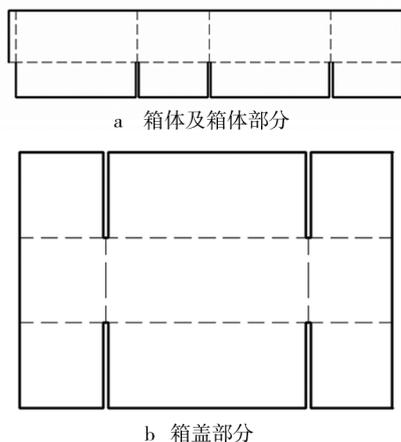


图 2 套合型纸箱结构

Fig. 2 Structure of sleeve style box

以此速冻饺子包装箱为例,当箱型采用 0201 型, AB 楞纸箱,配纸为:面纸、里纸选用定量为 150 g/m^2 的 B 级箱纸板,2 层楞纸选用定量为 150 g/m^2 的 B 级瓦楞纸,加芯选用定量为 200 g/m^2 的卡纸,实验所得瓦楞纸箱的抗压强度为 $2\ 173.4 \text{ N}$ 。当箱型改用套合型结构纸箱,箱体配纸为:面纸、里纸选用定量为 150 g/m^2 的 B 级箱纸板,楞纸为 150 g/m^2 的 B 级瓦楞纸;其实测抗压强度为 $3\ 379.2 \text{ N}$,抗压强度明显提高。

4 结语

速冻、冷冻食品在物流过程中会受到诸多因素的

影响,其中在 $-18 \sim -24 \text{ }^\circ\text{C}$ 的冷库环境中储存是影响瓦楞纸箱抗压强度的一个主要因素。为了避免瓦楞纸箱吸湿受潮而导致抗压强度急剧下降,在对瓦楞纸箱的结构设计初期,应根据仓储条件,将边压强度放大相应倍数后再进行配纸。其次,瓦楞纸箱的结构也是影响纸箱抗压强度的主要因素,通过将主要承压部分与次要部分分开设计,提高瓦楞纸箱在容积相同的前提条件下的抗压强度,且质量相对没有大幅度增加,达到了减量化设计的效果。

参考文献:

- [1] 张耀荔,陈静. 低温酸奶用瓦楞纸箱在物流过程中的危害因素分析[J]. 物流技术,2009,28(10):140—142.
- [2] 程小琴,马庭,王一临. 环境湿度对瓦楞纸板力学性能的影响[J]. 包装工程,2002,23(1):17—18.
- [3] 王俊丽,郑全成. 瓦楞纸箱的含水率对理学性能的影响[J]. 兰州交通大学学报,2006(6):134—136.
- [4] 廖敏,戴跃洪. 瓦楞纸箱结构设计及其优化方法[J]. 包装工程,2006,27(4):153—156.
- [5] 尹朝晖. 瓦楞纸箱强度及纸箱用于番茄保鲜的研究[D]. 北京:中国农业大学,2002.
- [6] 付云刚,郭延锋. 不同温湿条件下双瓦楞纸板力学性能的试验研究[J]. 包装工程,2008,29(4):51—53.
- [7] 郭娟,张进,李然. 环境湿度对瓦楞纸箱寿命的影响[J]. 包装工程,2007,28(12):101—103.
- [8] 张书彬,冯学正. 瓦楞纸箱抗压强度的实验研究[J]. 包装工程,2008,29(9):10—11.
- [9] 李玉盛. 瓦楞纸箱抗压强度的可靠性增长[J]. 包装工程,2005,26(2):75—76.
- [10] 李玉盛,张书彬. 瓦楞纸箱抗压强度的统计分析[J]. 包装工程,2008,29(4):17—19.
- [11] 吕艳娜,李立. 瓦楞纸板性能改进[J]. 包装工程,2005,26(6):87—89.