

# 纸浆模塑制品的结构形式及其设计

黄俊彦, 朱婷婷

(大连工业大学, 辽宁 大连 116034)

**摘要:** 结合纸浆模塑制品的结构设计实践和生产实际, 系统地分析了纸浆模塑制品的结构特点和结构形式, 阐述了纸浆模塑制品的结构设计要点。

**关键词:** 纸浆模塑制品; 结构设计; 结构特点和形式; 设计要点

**中图分类号:** TB482.2

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1673-9833(2008)02-0005-04

## The Structural Form and Design of the Moulded Pulp Products

Huang Junyan, Zhu Tingting

(Dalian Polytechnic University, Dalian Liaoning 116034, China)

**Abstract:** In view of the structural design of the moulded pulp products with actual production, the characteristic and form are analyzed systematically as well as the key points in design process of the moulded pulp products.

**Key words:** moulded pulp products; structural design; structural characteristic and form; design key points

在我国纸浆模塑制品已广泛应用于禽蛋、水果、工业仪器仪表、电子元器件、家用电器等各个领域<sup>[1]</sup>。在各种纸浆模塑制品的生产过程中, 纸浆模塑制品结构设计是纸模制品推广应用的环节, 是纸模模具开发设计的前提条件, 而纸浆模塑制品结构设计涉及造纸、包装、机械、化工、计算机等多领域的知识。因此, 系统分析纸浆模塑制品的结构特点和结构形式, 了解和掌握纸浆模塑制品的结构设计要点对纸浆模塑设计人员是十分必要的。

### 1 纸浆模塑制品的结构特点

纸浆模塑制品具备一般纸制品具有的强度、挺度和韧性等性能, 可以根据使用功能要求制成各种复杂形状的制品。用作一次性快餐用具时, 形状比较简单, 强度要求也不高。用作工业内包装时, 其形状就很复杂, 必须满足工业内包装的各项要求<sup>[2]</sup>。

**定位** 要求纸模制品结构形状与被包装物品接触部位形状相吻合, 接触贴切, 尺寸准确, 从而保证被

包装物品在包装箱内定位稳定牢靠。

**缓冲** 纸模制品整体应有一定的柔性和韧性, 其结构形式要能保证包装物品在受到不同方位的冲击、振动等动态外力作用下获得良好的保护。另外, 纸模制品表面要有一定柔软性, 与被包装物品接触摩擦时不损伤被包装物品的光泽表面。

**承载** 纸模制品应具有一定的强度和刚性以支撑被包装物品和承受外界压力。

**生产** 纸模制品的结构设计要便于模具的加工和制造, 同时有利于提高生产效率和制品的成品率。

**包装和开启** 纸模制品的结构形式应方便产品包装作业过程, 同时方便消费者的开启使用。

### 2 纸浆模塑制品的结构形式

纸浆模塑制品的结构形式主要从边缘结构上进行区分, 纸模制品的边缘结构有无边结构、翻边结构和二重边结构等。无边结构适用于重量轻、强度要求不高的一次性餐具和一些工业内包装制品, 翻边结构和

二重边结构多适用于工业内包装制品,可以起到提高纸模制品整体强度、缓冲性能和美化制品外观的作用。另外,腔室结构及组合结构能够实现某种应用需要,重载荷结构多于重型制品的包装及运输包装。

### 2.1 无边沿结构

边沿是指纸模制品模体结构与成型模板工作面平行的表面上,结构体的最外缘周边到结构体侧壁面之间的结构组成部分。边沿尺寸是指该结构组成部分的宽度值。在无边沿纸模结构形式中,实际最小边沿尺寸均小于2 mm,结构形式如图1所示<sup>[3]</sup>。

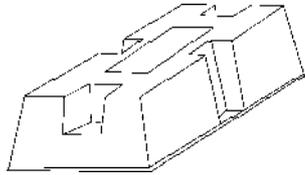


图1 无边沿结构形式  
Fig. 1 No edges form

无边沿结构在侧向的缓冲作用主要来自整体结构中周边结构形状的选择与处理。周边结构的侧向壁面可以倾斜或垂直于载荷方向,并且可以通过这一角度的调整获得需要的缓冲效果。无边沿结构形式的纸浆模塑缓冲包装衬垫主要用于被包装产品两端部的缓冲包装中,且以对称结构的包装形式居多。其应用实例如图2所示。这种结构形式便于产品在包装作业过程中的放置及消费时的取出。无边沿结构可以有效地控制结构变化对缓冲作用的影响,减少边沿受力变形后产生的局部变形及产品在包装内固定失效等问题,并且无边沿结构形式便于纸模模具的加工与组装。

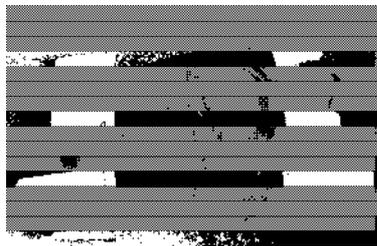


图2 无边沿纸模包装  
Fig. 2 Moulded pulp package without edges

### 2.2 小边沿结构

在小边沿纸模结构形式中,边沿尺寸通常为8~15 mm。小边沿结构形式在边沿方向上的受力及缓冲作用与边沿长度和可变形空间相关,多用于承放方式下的固定与缓冲,适于被包装物重量轻的应用条件,缓冲作用是通过边沿及侧壁的变形同时实现的。小边沿结构纸模制品多应用于被包装产品盛放的包装方式,产品的顶面通常与纸模包装结构的开口端表面平齐或略低于上端面,其结构形式如图3所示<sup>[3]</sup>。这种包装形式在成套产品的组合包装中应用较多,且产品形体尺寸相对较小,其应用实例如图4所示。

当作为缓冲垫用于较大产品的缓冲包装时,小边沿结构形式的纸浆模制品多以上顶、下底的包装方式应用,并注重对垂直方向上所受外力的防护,其应用实例如图5所示。

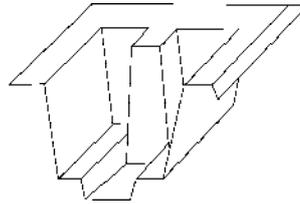


图3 小边沿结构形式  
Fig. 3 Small edges form

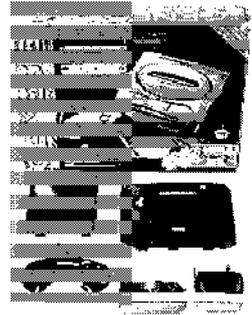


图4 小边沿纸模包装  
Fig. 4 Moulded pulp package with small edges

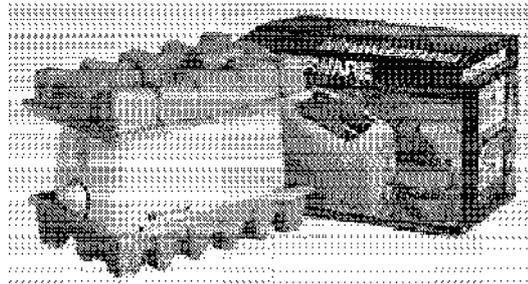


图5 上顶、下底式小边沿纸模包装  
Fig. 5 Moulded pulp package with the model of top and bottom loading small edges

### 2.3 翻沿结构

在翻沿纸模结构形式中,边沿结构向外侧延展并形成裙状外翻,使纸模制品模体结构在外观上形成较为完整的外侧壁。通常为了使被包装产品与纸模制品的网面侧接触,以确保包装及固定尺寸的精度,同时使较平整的网面侧展现在外表面,使用翻沿结构形式较为理想,结构形式如图6所示<sup>[3]</sup>。

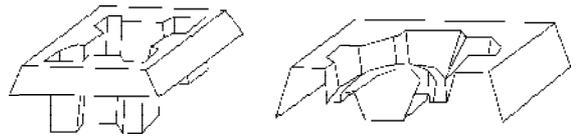


图6 翻沿结构形式  
Fig. 6 Turned-over edges form

翻沿结构形式在边沿方向上承载与变形不仅与边沿长度和可变形空间相关,还与翻沿结构中侧向结构体的变化密切相关,翻沿侧向结构体的变化决定着这种结构形式在侧向承载与缓冲性能方面的性质。尤其是侧向结构可选择的变化形式多,对调整这一方向的缓冲性能有很大灵活性,为缓冲设计提供了方便。

翻沿结构形式虽然注重包装性能及整体美观性,但会在结构设计和模具加工上增加一些复杂程度,特别是当包装箱的内部尺寸已有限定的情况下,纸模模体的结构缓冲有效尺寸会因翻沿结构而在与工作模平行的表面上受到限制,并将增加网片铺设的复杂程度,增加模具在工作模板上的安装尺寸。

翻沿结构形式中, 翻沿尺寸可以是模体高度的一部分, 或与模体高度相同(图6), 翻沿尺寸高度与被包装产品的结构特点、产品质量、纸浆模缓冲包装的形式及纸浆模结构体总高度有关, 实例如图7所示。



图7 翻沿纸模包装

Fig. 7 Moulded pulp package with turned-over edges

### 2.4 腔室结构及组合结构

腔室结构形式的纸模制品采用组合模具进行生产加工, 纸模制品在结构上是某种形式的封闭空腔或成型为小开口容器。腔室结构形式的纸模制品需用专用的成型设备和工艺完成其生产加工<sup>[4]</sup>。腔室加工的纸模制品多作为盛器或装饰物, 参见图8。

组合结构形式则是通过多个不同形状的纸模模体在成型后通过组合实现某种应用需要, 参见图9。

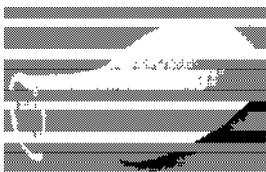


图8 腔室结构纸模

Fig. 8 Moulded pulp with cavity form

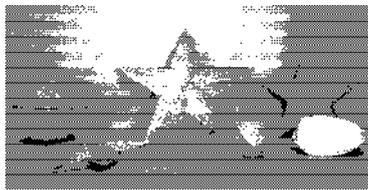


图9 组合结构纸模

Fig. 9 Moulded pulp with combination form

### 2.5 重载荷结构

重载结构形式的纸浆模制品以承受载荷为主要应用目的, 这种结构形式的纸浆模结构体或通过加大模体厚度, 或通过增加模体侧壁排列密度来获得结构体的承载能力及需要的整体刚性。重载荷结构纸浆模制品多于重型制品的包装及运输包装中的集合包装<sup>[5]</sup>, 参见图10、11。

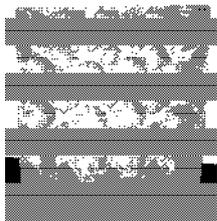


图10 空调压缩机纸托

Fig. 10 Paper pallet of the air condition compressor

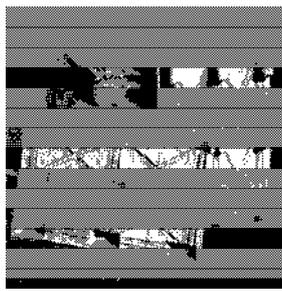


图11 纸模托盘

Fig. 11 Moulded pulp paper pallet

## 3 纸浆模塑制品的结构设计要点

### 3.1 固定支承面

固定支承面可以根据被包装产品的要求以及外形尺寸和外包装物的内部尺寸来确定。例如, 要设计一电器产品的纸模包装, 可以根据被包装产品的外形尺寸和外包装物的内部尺寸来确定纸模制品的长度、宽度以及高度和相应的结构形式, 并由此确定纸模制品的固定支承面。同时要了解包装的侧重点是在强度上还是在缓冲上, 一些重量大、强度高的产品的包装侧重点在强度上, 但作为缓冲包装其缓冲性能也必须保持; 而一些贵重产品的包装侧重点在缓冲上, 其包装也要具有一定的强度。设计中要将两者恰当地结合在一起, 根据被包装产品的外形结构、重力和强度选择适当的基点, 再由这些基点确定固定支承面, 参见图12<sup>[6]</sup>。

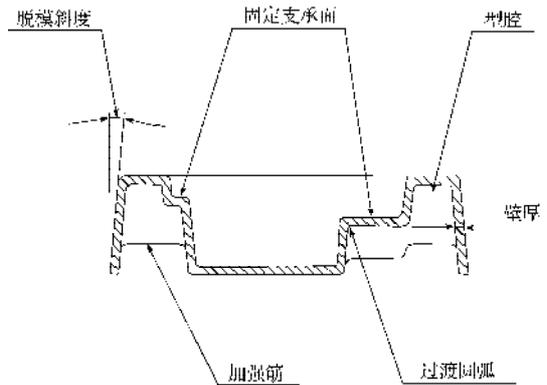


图12 纸模设计主要参数

Fig. 12 Key parameter of moulded pulp design

### 3.2 型腔和加强筋

纸模包装的缓冲效果主要是利用其纸壁在受到冲击时通过弹性形变, 从而减缓抵消外力来实现的。纸模材料本身的弹性并不高, 主要是依赖于产品的加强筋设计及其形成的缓冲型腔, 型腔和加强筋的设计对纸模包装制品的弹性形变即缓冲能力起着至关重要的作用, 而型腔和加强筋设计的基本依据是产品本身的形状和用途。在纸模结构设计中设置型腔以保证纸模的动态缓冲性能, 而设置加强筋则是为了增加纸模的自身强度<sup>[7]</sup>。将若干个形状简单而动态缓冲性能好的型腔均布在纸模结构中, 起到缓冲、稳定和提高强度的作用, 对于大面积型腔对纸模结构所造成的结构不稳定和强度下降等问题, 可以通过设置若干或对称的加强筋加以解决。型腔和加强筋的设置应充分考虑生产方便、加工简单和分布均匀并使产品的重力均匀分散等问题。

### 3.3 相关参数

根据被包装产品的要求和纸模制品结构设计的特点确定设计中的相关参数(参数部位参见图12)。

### 3.3.1 尺寸与壁厚

纸模制品结构设计的最基本要求是要保证与被包装物之间紧密接触,防止被包装物在流通过程中产生串动,在此基础上再考虑缓冲和防震问题。因此,在结构设计中尺寸一定要紧凑,尺寸的紧凑是由固定支承面和空腔以及加强筋的综合配合来解决的。

壁厚是影响纸模制品强度的重要因素,结构设计中应根据纸模制品的使用条件和采用的纸料纤维种类来确定纸模制品的壁厚。壁厚的增加不但增加原材料消耗,而且在吸附成型时会降低生产效率,壁厚的增加还会增加湿纸模烘干过程的能耗,并易使成品产生凹陷、缩孔和夹心等质量缺陷。所以,在满足纸模制品强度的前提下应尽量降低壁厚,采用真空吸附成型工艺时壁厚一般在0.5~6 mm之间,采用压制成型工艺时壁厚一般在3~20 mm之间<sup>[8]</sup>。

### 3.3.2 脱模斜度

在纸模成型过程中,湿纸模紧贴在网模上,而且纸料纤维还会镶嵌在网模的网孔中。为了便于湿纸模的转移,与脱模方向平行的纸模制品表面都应该有个合理的脱模斜度。斜度越大脱模越方便,斜度过小则脱模困难,还会造成制品表面拉痕或破裂;但斜度过大将会降低制品尺寸精度,还回影响制品的承载能力和弹性回复力,从而影响其包装功能。一般脱模斜度取 $3^{\circ}\sim 6^{\circ}$ <sup>[9]</sup>。

### 3.3.3 过渡圆弧

纸模结构设计中,纸模制品的内外表面转角处、立筋与主体联接处和立筋的终端都必须用圆弧过渡,避免直棱直角。圆弧过渡有利于模具的制造和附网,有利于湿纸模转移时脱模,有利于纸浆液料在吸附成型时的流动,也有利于避免应力集中造成包装破损。过渡圆弧的半径可根据具体产品和纸料性能以及包装的特殊要求来确定,一般为2~5 mm<sup>[10]</sup>。

## 4 结语

纸浆模塑制品结构设计是一项集包装结构、造纸、运输动力学、化工、计算机等多领域学科知识的工作,是纸模制品生产过程中一个关键步骤,经过巧妙构思、精心设计、精工制作的纸浆模塑制品能够在农副产品、工业仪器仪表、电子元器件、家用电器等各个领域得到广泛应用和迅速发展。随着纸浆模塑行业的发展,纸浆模塑制品结构设计的技术和理论也逐步走向成熟和完善。

### 参考文献:

- [1] 池东明. 纸浆模塑制品及其应用[J]. 陕西科技大学学报, 2003(4): 120-123.
- [2] 杨 斌,陈海燕. 纸浆模塑制品结构及其力学性能研究[J]. 包装工程, 2006(10): 90-92.
- [3] 康勇刚,何素春. 纸浆模包装制品的结构形式[J]. 中国包装, 2002(3): 86-88.
- [4] 刘志忱,叶柏彰. 封闭式型腔制品使纸浆模塑产业更上一层楼[J]. 中国包装, 2006(3): 76-78.
- [5] 康勇刚,王 巍. 纸浆模制品结构参数与缓冲作用[J]. 中国包装, 2002(5): 95-98.
- [6] 黄俊彦,朱婷婷. 纸浆模塑生产实用技术[M]. 北京:印刷工业出版社, 2007: 119-120.
- [7] 马海量. 纸浆模塑制品技术[J]. 黑龙江造纸, 2003(4): 14-17.
- [8] 于在建,张新昌. 纸浆模塑产品的模具设计[J]. 机电信息, 2003(22): 27-29.
- [9] 刘志忱,黄俊彦. 纸浆模塑制品的模具设计[J]. 纸和造纸, 2001(3): 27-29.
- [10] 黄俊彦. 纸浆模塑制品的模具及其设计[J]. 湖南包装, 2002(3): 40-43.

(责任编辑:张亦静)