

纸浆模制品的模体结构特征分类

邓真, 康勇刚

(天津科技大学, 天津 300222)

摘要: 根据纸浆模制品在应用过程中的受力方式, 将纸浆模制品的结构分为: 承受不同方向外力作用下的侧棱模体结构, 承载顶向压力的结构, 局部凹槽结构和棱、角处的结构等类别, 为实际生产中各类模体性能的测试分析提供依据; 并对各类别结构进行受力分析, 得到了各类别结构的受力及变形特点。

关键词: 模体要素; 模体结构分类; 纸浆模制品

中图分类号: TB482.2; TB484.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2011)03-0043-03

Classification of Structural Character of Moulded Pulp

DENG Zhen, KANG Yong-gang

(Tianjin University of Science and Technology, Tianjin 300222, China)

Abstract: Varied moulded pulp structures are classified into side-rib structure, convex structure, recess structure, and edge and corner structure, based upon how the external force acts on geometrical structures along different directions. Force analysis was carried out to get force and deformation characteristic of different type of structure. The purpose was to provide basis for property analysis of moulded pulp products.

Key words: mould structure elements; structural classification; moulded pulp product

纸浆模制品是指用确定浓度的纸浆, 在成型机中通过真空或加压过程, 使纤维均匀分布在三维结构的模具表面, 制成湿纸模坯, 进一步脱水脱模, 再对制品进行干燥或整形制成的纸浆模产品^[1]。

20世纪90年代初期, 国内外学者便开始对纸浆模制品的缓冲性能进行广泛的实验测试及理论研究。目前人们已经认识到, 纸浆模制品的缓冲方式为结构缓冲, 即受外力时通过自身结构的变形甚至破坏来吸收外力产生的能量以保护产品^[2], 因此纸浆模制品的性能源于结构形状及尺寸变化。为了研究纸浆模制品结构与性能之间的关系, 模体结构要素的概念被提出, 它包括模体的结构形状、模体缓冲高度、材料厚度、拔模斜度、过渡圆角、等效周长等^[3]。根据单一模体的结构形状的不同, 可分为圆台、方台、三棱台、阶梯台等基本几何结构形状类别^[3-4], 根据模体承载能力又有复合双壁结构和空腔结构等重载结构类别^[5]等。当纸浆模制品的模体结构要素发生变化时, 其缓冲和承载能力都会随之相应改变, 如随模体高度增

加, 制品承载能力会降低^[6-7], 随材料厚度和等效周长的增加, 承载和缓冲能力会大幅提高等^[8-9]。纸浆模制品模体结构要素概念的提出, 使模体结构缓冲性能随几何形状变化的测试和评价方法成为可能。

1 纸浆模制品缓冲结构分类意义及方法

纸浆模制品模体结构要素概念的提出及结构几何形状变化对性能影响的研究, 为纸浆模制品的结构设计及应用奠定了基础, 并提供了部分依据。然而在实际应用中, 纸浆模制品的模体结构形式会随被包装产品的特征和要求发生变化, 对纸浆模制品基本结构的分类及研究需要更多地考虑各种产品的不同特征和保护需求, 以及纸浆模制品本身结构特征与产品特征的对应关系和适用性。

纸浆模制品的外形尺寸千变万化, 可将单个模体的几何形状分为圆台、方台、三棱台及阶梯台等, 这种分类方法较为直观, 便于在研究过程中根据模体的几

收稿日期: 2010-11-21

作者简介: 邓真(1985—), 女, 青岛人, 天津科技大学硕士生, 主攻纸浆模制品结构性能研究。

通讯作者: 康勇刚(1957—), 男, 辽宁人, 天津科技大学教授, 主要研究方向为包装材料、运输包装。

何形状比较其受力后的变形和缓冲性能,为测试模体结构性能提供了方便。但在实际的结构设计过程中,纸浆模制品的缓冲效果受被包装产品的形状、受力部位、受力方向及保护需求等多项综合因素影响,上述按照单个模体的几何形状分类的方法没有全面涵盖这诸多综合因素,不能为纸浆模的结构设计提供明确的指导意义。因此需要在考虑以上各项综合因素的前提下,进一步补充模体缓冲结构的分类分析,来为形状千变万化的纸浆模制品在各种受力条件下的性能测试提供进一步指导。

下面将纸浆模制品的缓冲结构按照流通过程中的受力方式进行分类。将沿模体加工过程中脱模方向的外力称为“顶向”压力,其受力承载面称为顶面;垂直于“顶向”的外力称为“侧向”压力,侧向压力的作用面称为侧面。

2 纸浆模制品缓冲结构的分类分析

2.1 承受侧向外力的结构

承受侧向外力作用的模体结构可以划分为 2 个大类:侧棱模体和边沿模体结构^[10]。

2.1.1 边沿结构

边沿结构的主要作用是对被包装产品进行定位,并与外包装箱的尺寸配合。按边沿形状不同又可分为无边沿结构、小边沿结构和翻边沿结构 3 类^[10]。边沿结构的尺寸变化范围广泛,需经进一步研究后再进行讨论。

2.1.2 侧棱结构

侧棱结构是纸浆模制品结构中承受侧向力作用的结构形式,这类结构发挥着被包装产品的定位及缓冲保护作用。结合侧棱模体结构与被包装产品接触的位置、形式和模体加工要求,又将其细化分为肋形侧棱结构和阶状侧棱结构 2 种主要形式,见图 1。

1) 肋形侧棱。肋形侧棱贯穿缓冲结构体的侧面,承受来自被包装产品的侧向外力作用。肋形侧棱为独立的单元结构,在外力作用下其变形有相对的独立性,模体承受载荷的能力及对能量的吸收作用,与该类模体的形状、尺寸及外力作用的部位相关。在应用中,肋型结构主要对产品起侧向压力的支撑和缓冲作用,顶向压力的支撑及缓冲作用由周围的其它模体结构承担。

2) 阶状侧棱。阶状侧棱呈台阶状,由上半部分

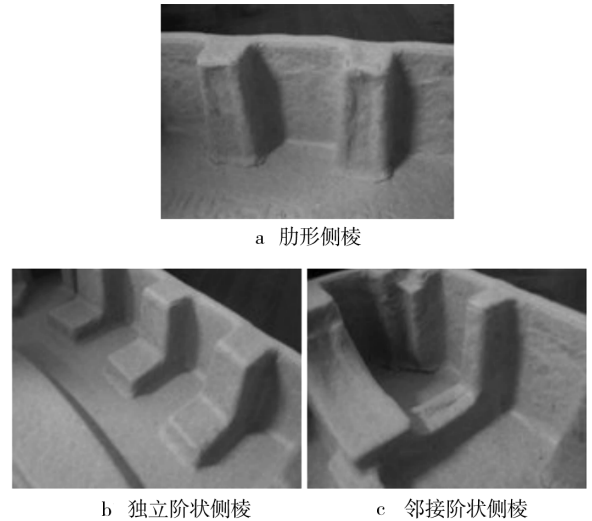


图 1 纸浆模制品侧棱结构类型

Fig. 1 Side ribs structure of moulded pulp products

的肋形侧棱形状和下半部分的平台模体形状组合构成,同时承受来自顶向和侧向的压力。结合被包装产品的特征,按阶状结构模体与周围模体结构之间独立或相连,又将其分为独立阶状侧棱和邻接阶状侧棱,见图 1 和 2 中 b, c。阶状侧棱上半部的肋形体侧

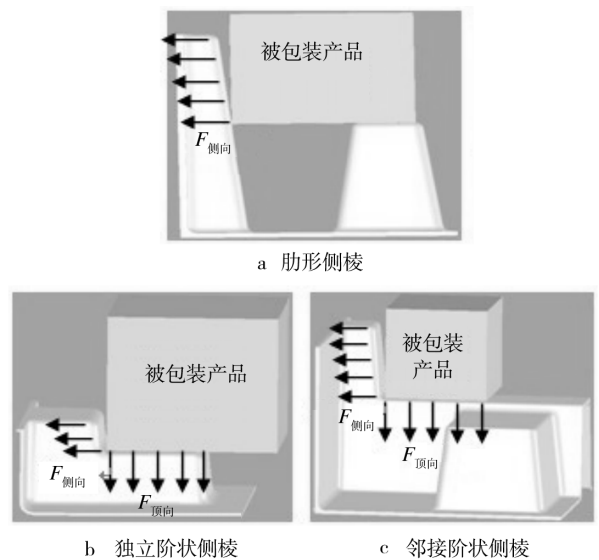


图 2 纸浆模制品侧棱结构的受力

Fig. 2 Force analysis of side ribs structure of moulded pulp products

面受侧向压力时,会同时拉伸阶状侧棱中平台形状部分的受力表面,使平台部分一起沿侧向压力方向产生形变。同样,当平台形结构受到顶向压力作用发生变形时,也会对阶状侧棱上半部的肋形体的侧面产生拉力。

由于模体拔模斜度的存在,侧棱结构侧向受力面最初与产品为线接触,侧壁沿侧向压力方向被压缩,与产品的接触面积逐渐增大,在一定的变形范围内为产品提供的支撑力也随之增加。阶状结构同时受正交的顶向、侧向压力作用而沿 2 个正交方向发生形变,当形变量超过纸浆模材料的拉伸极限时,肋形体与平台形状连接处的拐角部位会因应力集中发生撕裂现象。为避免应力集中,在连接处的拐角部位增加一道沿脱模方向的凹槽,见图 3,缓和因模体结构形

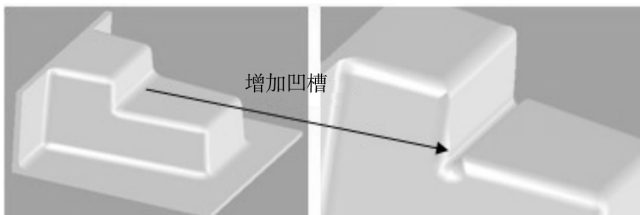


图 3 台阶侧棱凹槽的位置

Fig. 3 Schematic view of recess on type-b side ribs

变差引起的应力集中,避免模体的破坏。

2.2 承载顶向压力的结构

承载顶向压力的结构在应用中支撑着被包装产品的重量,是最主要的承载结构。这类结构又可分为 2 类:凸台结构和局部凹槽结构。

2.2.1 凸台结构

凸台结构模体在载荷能力、缓冲保护作用等功能方面有相对的独立性,根据侧壁围成的几何形状的不同,又可划分为方台、圆台、异形台等多种。为了提高凸台结构的载荷能力,常在侧壁上增加内嵌或外凸结构,在其周边形成加强筋功能,见图 4,内嵌或外凸的

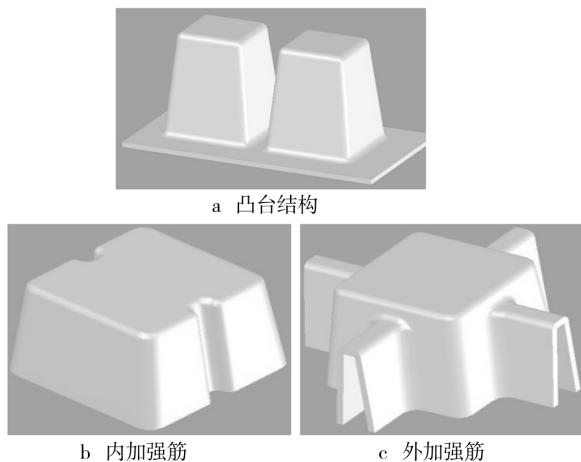


图 4 凸台结构及内外加强筋

Fig. 4 Schematic view of convex structures and reinforcing ribs

加强筋结构均能增加模体受力方向上的周边长,同时还可以通过加工成型时浆料在加强筋部位的聚集,来增加材料在受力方向的截面积。加强筋结构对承载、缓冲性能的影响与加强筋的尺寸、位置和形状相关,进一步的研究将说明各因素的影响。

2.2.2 局部凹槽结构

局部凹槽结构是底部凸起模体上的下凹结构,见图 5。凹槽结构的位置、尺寸基本由被包装产品本身

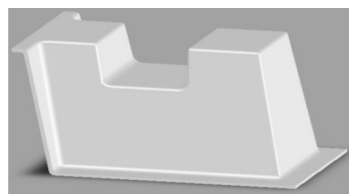


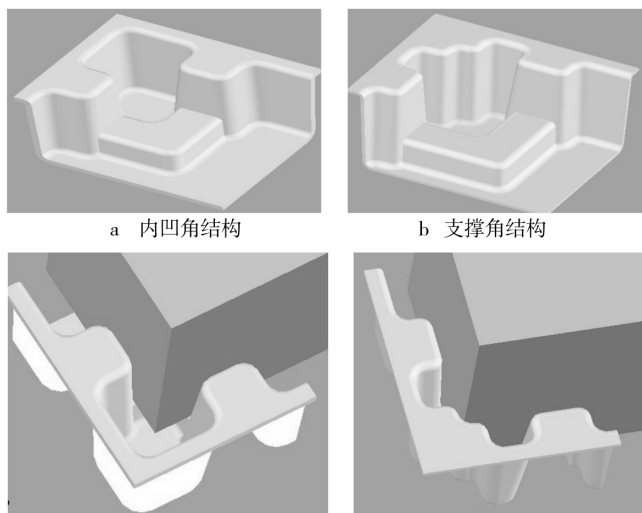
图 5 局部凹槽结构

Fig. 5 Schematic view of recess structure

的外形尺寸决定,其作用是支撑被包装产品的同时将产品进行固定和缓冲。凹槽结构同时承受顶向、侧向压力,受力变形时结构体的各部分相互作用。

2.3 棱、角处的结构

棱、角跌落是包装件运输流通过程中的常见现象。纸浆模制品的缓冲结构可运用阶状侧棱结构、凹槽结构,对产品提供必要的棱、角保护功能。棱、角处的缓冲结构通常有 2 类:内凹角结构和支撑角结构,见图 6。



c 两类结构保护产品方式示意图

图 6 棱、角处的纸浆模制品结构

Fig. 6 Schematic view of edge and corner structure of moulded pulp products

