

基于 Creo 钣金模块的异型纸盒设计方法

李国志, 张晓静

(陕西科技大学, 西安 710021)

摘要: 目的 研究异型纸盒以三维造型为基础完成二维展开结构的逆向设计。方法 以 Creo 钣金模块为主要设计工具, 分析不同类型异形纸盒展成二维图形的方法及规律。结果 提出了适用于不同纸盒造型的 3 种钣金建模方法, 总结了以长方体造型为基础的异型纸盒钣金件展平结果。结论 通过设计案例证明, 利用 Creo 钣金工具进行异形纸盒逆向设计可以降低设计工作对设计师技能的依赖程度, 并可加快新盒型的开发进程。

关键词: 异形纸盒; 结构设计; Creo; 钣金

中图分类号: TB484.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2016)19-0022-05

Irregular Carton Expand Method Based on Creo Sheet Metal Module

LI Guo-zhi, ZHANG Xiao-jing

(Shaanxi University of Science and Technology, Xi'an 710021, China)

ABSTRACT: The work aims to study the reverse design method that deploys 3D solid modeling to 2D structure on irregular carton. Using sheet metal module of Creo, the methods and disciplines for different sorts of irregular carton were analyzed. Three kinds of modeling methods suitable for different carton shape were put forward. Metal flattening results of irregular carton deformed from rectangular block modeling were summarized. In conclusion, the reverse design method based on Creo sheet metal module can reduce the dependence on the designer's skills, and speed up the development process for new box type.

KEY WORDS: irregular carton; structure design; Creo; sheet metal

纸盒是一种可以展开成二维平面图形的三维立体造型, 由于设计工具的局限性, 形成了利用 AutoCAD 和 ArtiosCAD 等二维软件按照展开图设计、制作打样、折叠成型、结构改进的“正向”设计流程, 有的软件虽然可以进行三维折叠模拟, 但仍然容易产生理论设计和实际成形的偏差, 尤其是针对异形纸盒的设计, 问题会变得更加明显^[1-3]。驱动盒型设计工作的首要条件是其造型方面的设计, 而具体的结构设计是为了实现这一造型的服务, 正向设计没有从流程上将两者有效分开, 必须同时

兼顾造型与结构的正确性。基于这一认识, 采用三维造型软件 Creo 钣金模块, 按照先“造型”后“结构”的逆向流程, 完成异形纸盒的设计。该流程主要包括钣金建模、钣金件展平、完善盒型这 3 个步骤^[4]。

1 异型纸盒的钣金建模方法

在 Creo 中创建异型包装纸盒的方法主要有 3 种: 直接在实体模块进行纸盒的造型设计, 完成造型后将

收稿日期: 2016-08-18

基金项目: 陕西省社科联基金 (202131604)

作者简介: 李国志 (1979—), 男, 河北唐山人, 陕西科技大学副教授, 主要研究方向为包装系统设计。

其转化为钣金件；直接在钣金模块下进行包装纸盒的造型设计及创建^[5]；将前 2 种方法相结合，先在实体模块下创建部分造型，再在钣金模块下创建剩余造型。下面就这 3 种方法的具体实施办法展开讨论。

1.1 由实体造型创建钣金

此方法适用于造型复杂、不易创建钣金造型或者角度不易计算的楔形纸盒，主要分 2 步完成。

1) 创建三维实体造型，并转换为钣金件。在 Creo 创建三维实体造型，需转化为钣金件。实体转换成钣金件有 2 种方式：通过封闭实体抽壳的方式转换成钣金件；封闭实体通过设置驱动曲面来转化成钣金件。两者的区别在于：采用驱动曲面转化时，选取的曲面将转换成钣金件；采用壳的方式转换时，选取的曲面将移除，没有选取的曲面将转换成钣金件。采用驱动曲面的方式转换时，只能选取实体的一个面转换成钣金件，不能多选，而采用壳的方式时可以移除多个曲面^[6-7]。Creo 的实体转换为钣金件是将实体零件或特征转换成薄壁的钣金件或钣金特征。

2) 在钣金环境下展开。在纸盒的制造商接口处进行边扯裂，模拟纸盒展开的第 1 步，将纸盒从接口处打开，接下来在纸盒的顶盖处创建扯裂，模拟打开纸盒插口过程。因为纸盒的底采用的是 123 快锁底，所以可以直接将纸盒底面进行曲面扯裂，当纸盒完全展开后，再在钣金环境为纸盒添加摇盖和底，即通过创建法兰壁进行添加^[8]。

1.2 在钣金模块下进行创建

该方法适用于附加壁比较多但不需要计算斜线角度或曲面展开长度的直线造型^[9]。使用 Creo 创建钣金件时，应根据不同纸盒的外形结构选择对应的方法。对于圆柱或椭圆类的纸盒，应采用钣金特征中的拉伸类型的方法进行创建；对于多面体造型的纸盒，应采用混合类型的方法进行创建；对于组合式的纸盒造型，由于实际生产钣金采用焊接的方法，所以应采用创建单个分支然后进行装配的方法进行创建。

在展开异型纸盒时，应先分析其属于哪一类钣金，然后根据其特点进行钣金创建。以一个多面体纸盒造型为例，纸盒在钣金模块下的创建过程见图 1。分析其创建思路，采用边界混合类型的方法创建钣金整体模型。进入钣金设计环境，创建 2 个平

行的草绘平面，将其填充为平面。用边界混合命令，创建 1 个斜面并采用阵列方式创建其他面。

1.3 由部分实体创建钣金

该方法是通过结合前 2 种方法进行钣金的创建，适用于包装纸盒主体造型在实体环境中创建方便，但又有一部分造型适合在钣金环境下创建的异型纸盒，类似于有扩展造型或附加壁的纸盒。以一个异形纸盒造型为例，在钣金模块下的创建过程见图 2。首先创建实体造型并转换为钣金件，然后在钣金设计环境创建平整壁造型即可。

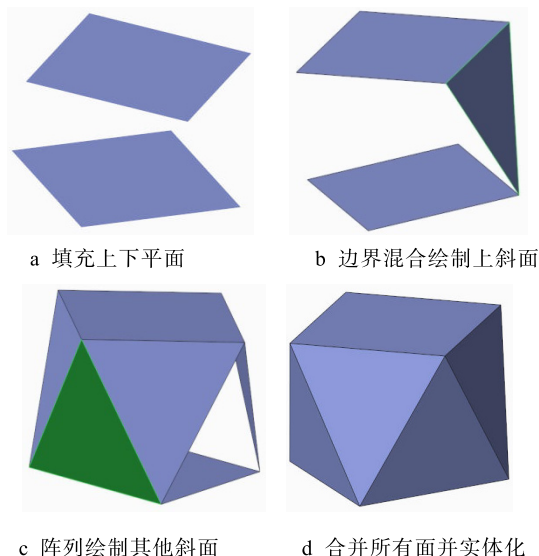


图 1 多面体纸盒在钣金模块下的创建过程
Fig.1 Creating process of polyhedral carton based on sheet metal module

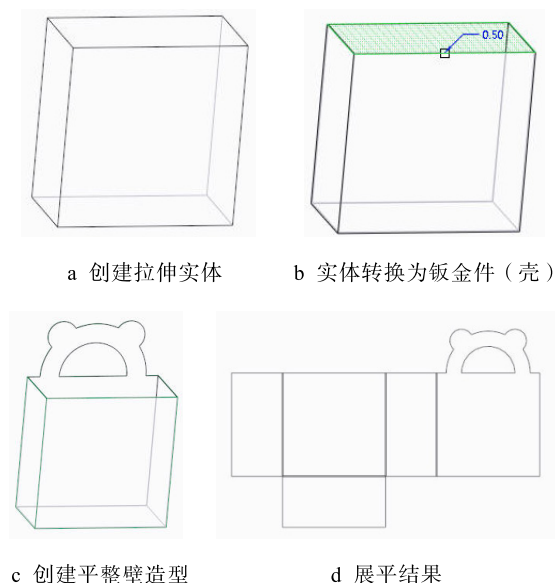


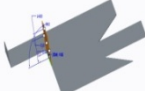
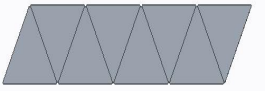
图 2 附加壁造型在钣金模块下的创建过程
Fig.2 Creating Process of additional wall based on sheet metal module

2 异型纸盒的钣金件展平方法

异型纸盒的生产与钣金件的制造类似,采用展平命令将三维的折弯钣金件展平为二维的平面薄板,钣金件展平方法包括 2 种:利用规则命令、过渡命令、剖截面驱动等方法的一般钣金件展平;将无法展开的区域与钣金外边界线之间的曲面移除掉,以产生裂缝,将钣金件展平的扯裂方式展平。扯裂方式主要有规则缝、曲面缝和边缝 3 种^[10]。

一般包装纸盒异型化可通过在包装中设计斜线、曲线等方法来实现^[5],因此文中在长方体的基础上加造型,来研究哪种类型的纸盒能通过上述方法展开。由于常见的包装纸盒造型是在长方体造型的基础上进行改变的,所以只要对长方体上附加的一些造型设计元素进行分析归纳,该方法就也可以用于三棱柱、四棱柱、五棱柱等由多边形创建的造型之中。以斜线型和曲线型纸盒造型分析什么样的造型是可展开的,具体归纳见表 1^[11]。

表 1 以长方体造型为基础的异型纸盒钣金件展平
Tab.1 Sheet metal flattening of irregular carton deformed from rectangular block

常用造型建模方法	模型	可展结果	适用造型
拉伸			在盒盖或盒底位置设计斜线的包装纸盒造型
斜线型 扫描混合			在盒体位置设计斜线的包装纸盒造型
边界混合			多面体包装纸盒造型
拉伸			可通过拉伸工具创建的曲面造型
曲线型 扫描			部分可展
扫描混合			不可直接展开

3 Creo 钣金模块的应用

3.1 自行拿取展示盒设计

自行拿取展示盒的结构特点是在一个独立的

长方体下方设计出一个可以扇形打开和关闭的槽,用于放置散装产品。其顶部有开口,可以很容易地从上面填充产品。常用于糖果等零食的包装,需要时将纸槽打开,不用时将纸槽关闭即可^[12],其创建过程见图 3。

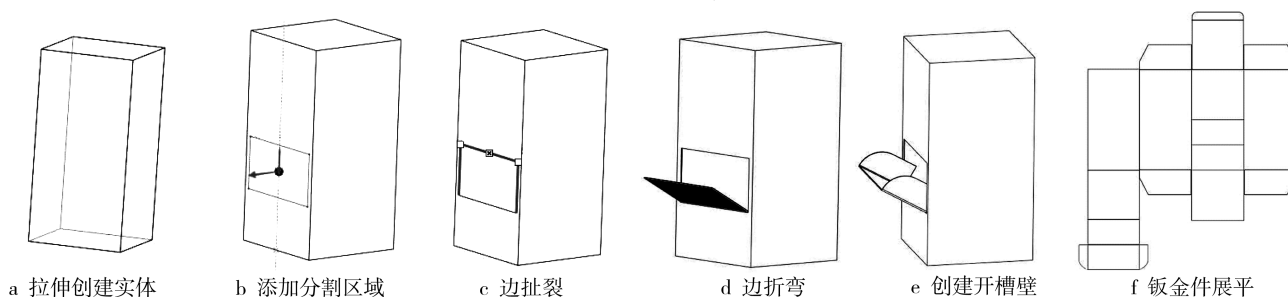


图 3 自行拿取展示盒在钣金模块下的创建过程

Fig.3 Creating process of pick up and display box based on sheet metal module

3.2 利乐钻石包设计

利乐钻石包属于长方体纸盒的变形,但按照表 1 总结的情况无法直接展平,只能按照近似多边形处理。由于钣金的原则,不能在四线共点处展平,需要将这些顶点用小圆弧替代,制作刀模时也需考虑实际折叠时的情况而在顶点处预留尺寸。

首先,进行钻石包三维建模,该造型分为顶、中、底 3 部分,其中顶部和底部为对称特征,由正四边形过度到正八边形,且周长相等,见图 4。然后,采用壳方式,移除上下底,将钻石包造型由实体转化为钣金件,为了使钣金件可展开,通过拉伸切除的方式将顶点破坏掉,并为纸盒的边线添加转换特征,为其添加边扯裂特征,即可完成展平,结果见图 5。最后,完善纸盒结构,通过上述步骤做出来的展开图会有孔隙,可以通过后续填充平面将其补上,并根据锁扣方式添加合理的盒盖和盒底^[13]。

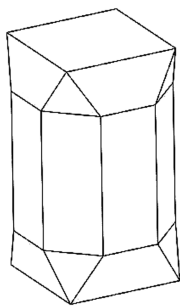


图 4 利乐钻实体模型

Fig.4 Model of diamond shaped Tetra Pak

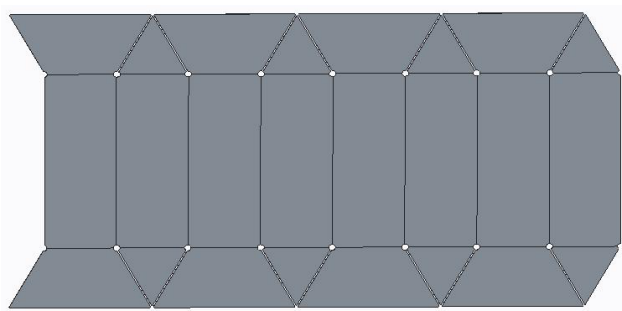


图 5 利乐钻钣金件展开

Fig.5 Panorama of diamond shaped Tetra Pak

4 结语

利用 Creo 进行异形盒型研究的优势在于:采用逆向设计方法,将造型和结构设计进行合理分割,有利于设计者专注于新盒型的设计,提高设计效率;对于一些造型奇特、角度难于计算的异型包装纸盒,

可以通过展平自动完成结构计算,减少后续结构设计的工作量。此外,由于 Creo 的钣金模块主要是针对钣金设计而开发的,并非所有的纸盒造型都能在钣金环境下直接展开^[14-15],需要经过近似处理和后续的盒型完善才能设计出合理的纸盒结构^[7]。

参考文献:

- [1] 黄利强, 吴德宝, 黄岩. 异型折叠纸盒 CAD 系统尺寸标注方法的研究[J]. 包装工程, 2011, 32(13): 35—38.
HUANG Li-qiang, WU De-bao, HUANG Yan. Study on Dimension Method of Unusual Folding Carton CAD System[J]. Packaging Engineering, 2011, 32(13): 35—38.
- [2] 于江, 王征. 折叠纸盒结构 CAD 系统的研究与设计[J]. 计算机工程, 2003, 29(13): 29—33.
YU Jiang, WANG Zheng. Research and Design of Folding Carton CAD System[J]. Computer Engineering, 2003, 29(13): 29—33.
- [3] 李利文, 孙诚, 黄岩, 等. 基于 X3D 的折叠纸盒包装结构虚拟设计[J]. 包装工程, 2009, 30(1): 103—105.
LI Li-wen, SUN Cheng, HUANG Yan, et al. Virtual Design of Folding Carton Packaging Structure Based on X3D[J]. Packaging Engineering, 2009, 30(1): 103—105.
- [4] 韩炬, 裴未迟, 张利. 基于 Pro/ENGINEER 钣金设计模块的异型纸盒结构设计[J]. 包装工程, 2011, 32(21): 84—87.
HAN Ju, PEI Wei-chi, ZHANG Li. Structure Design of Irregular Cartons Based on Pro/ENGINEER Sheet-metal Design Module[J]. Packaging Engineering, 2011, 32(21): 84—87.
- [5] 刘兰青, 李颖, 蔡惠平. 基于长方体盒型的异型纸盒曲面及曲拱结构变换[J]. 包装工程, 2012, 33(1): 67—71.
LIU Lan-qing, LI Ying, CAI Hui-ping. Structural Transformations of Curved or Arched Surface of Strange Carton Based on Cuboid Carton[J]. Packaging Engineering, 2012, 33(1): 67—71.
- [6] SUN D Q, CAO W T, CAI M. In-plane Crushing of Square Honeycomb Cores, Part I: Mechanical Behaviors[J]. Applied Mechanics and Materials, 2012(3): 3220—3223.
- [7] 马振国. 异形纸盒轮廓面展开方法研究[J]. 包装工程, 2010, 31(1): 17—20.
MA Zhen-guo. Research on Expanding Methods of Special-shaped Carton Contour[J]. Packaging Engineering, 2010, 31(1): 17—20.
- [8] 姜帅. 优化排样技术在包装印刷中的应用[J]. 包装工程, 2007, 28(12): 68—70.
JIANG Shuai. Application of Optimum Layout Technology in Package Printing[J]. Packaging Engineering,

- 2007, 28(12): 68—70.
- [9] 吴学毅. 交互式三维包装纸盒 CAD 数据结构研究[J]. 包装工程, 2010, 31(21): 81—84.
WU Xue-yi. Research on Data Structure Used in Interactive 3D Packaging Box CAD[J]. Packaging Engineering, 2010, 31(21): 81—84.
- [10] 牟信妮. 节约型社会折叠纸盒拼版与结构优化设计技巧[J]. 包装工程, 2015, 36(17): 52—55.
MOU Xin-ni. Optimization Design Techniques of the Layout and Structure of Folding Carton in Conservation-oriented Society[J]. Packaging Engineering, 2015, 36(17): 52—55.
- [11] CHEN Jin-ming. 1000 Packaging Structure[M]. Hong Kong: Design Media Publishing Limited, 2011.
- [12] 刘兰青, 蔡惠平, 陈黎敏. 异型折叠纸盒非成型作业线设计研究及实例[J]. 包装工程, 2012, 33(9): 70—73.
LIU Lan-qing, CAI Hui-ping, CHEN Li-min. Research on Un-forming Scoring Line Design of Strange Folding Cartons[J]. Packaging Engineering, 2012, 33(9): 70—73.
- [13] LIU Y, ZHANG X C. The Influence of Cell Micro-topology on the In-plane Dynamic Crushing of Honeycombs[J]. International Journal of Impact Engineering, 2008(1): 1—12.
- [14] ROOJEN P. Advanced Packaging[M]. Amsterdam: The Pepin Press, 2010.
- [15] 段瑞侠. 纸盒结构设计中要考虑的几个要素[J]. 包装工程, 2008, 29(12): 242—244.
DUAN Rui-xia. Several Elements Should Be Considered in Folding Carton Design[J]. Packaging Engineering, 2008, 29(12): 242—244.