

基于雅图函数语句的折叠纸盒交互式组件设计

魏风军¹, 肖瑞平²

(1.河南科技大学, 洛阳 471023; 2.江门雅图仕职业技术学校, 江门 529738)

摘要: **目的** 利用雅图(ArtiosCAD)函数语句进行程序设计以实现折叠纸盒交互式盒型组件设计。**方法** 通过插入式折叠纸盒盒型实例, 进一步讨论在 ArtiosCAD 中, 结合变量设计盒型组件的具体步骤及添加组件到 ArtiosCAD 盒型零件库的方法。**结果** 与通过几何工具绘图的方式相比, 效率提升了 50%以上。**结论** 该方法能够大大提高包装结构设计的效率、方便性和灵活性。

关键词: ArtiosCAD; 交互式; 盒型组件设计; 函数语句

中图分类号: TB484.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2017)07-0115-05

Interactive Component Design of Folding Carton Based on the ArtiosCAD Function Statement

WEI Feng-jun¹, XIAO Rui-ping²

(1.Henan University of Science & Technology, Luoyang 471023, China;

2.Jiangmen Astros Vocational and Technical School, Jiangmen 529738, China)

ABSTRACT: The work aims to design the program based on ArtiosCAD function statement, so as to achieve the interactive design of carton components of folding carton. According to the examples of insertion folding carton, the design of specific steps combined with the variables in ArtiosCAD and the method used to add the components to the ArtiosCAD box parts library were further discussed. Compared with the way of drawing with geometrical tools, the efficiency was improved by over 50%. The proposed method can greatly improve the efficiency, convenience and flexibility of the package structural design.

KEY WORDS: ArtiosCAD; interactive; design of carton components; function statement

包装结构 CAD 就是借助计算机软件实现包装结构的绘制和展示, 以便在未生产出包装制品前, 使客户了解设计的包装结构形式, 缩短设计周期, 提高包装设计自动化程度^[1]。从功能上来看, 此类软件一般都具有盒型库、参数化设计、绘图、3D、拼版等比较成熟的适合于包装设计的 CAD 功能^[2]。ArtiosCAD 软件是由 ESKO 公司开发的包装结构设计软件, 利用其标准盒型库功能, 只需输入长宽高等关键数据, 便可实现盒型及尺寸的自由变换, 大大提高设计标准盒型的工作效率, 减少错误^[3]。ArtiosCAD 本身的标准盒型种类并不多, 而用户所需的其他盒型都需另行单独创建, 工作量大, 且不利于后期选择、使用^[4]。纸

盒的结构类型变化多, 部件种类多, 部件关联性强, 且为空间活动关系。在设计纸盒包装时, 如果继续沿用以往的设计方式, 缺乏三维可视化和参数技术的支撑, 难度大, 设计周期长, 也给设计者带来繁重的工作量^[5-8]。

文中研究采用交互式参数化设计, 能创建充分满足设计具有相同或相近几何结构的系列盒型; 可直接在 ArtiosCAD 中实现, 不需要借助其他软件进行二次开发; 尚无研究者采用该方法, 缺少相关研究。文中就如何合理利用 ArtiosCAD 函数语句进行程序设计以实现交互式盒型组件设计进行研究, 希冀对纸盒结构设计效率的提升有一定裨益。

收稿日期: 2016-04-10

基金项目: 河南省教育厅自然科学计划 (2009A460003)

作者简介: 魏风军 (1978—), 男, 河南科技大学讲师, 主要研究方向为聚合物纳米复合材料、包装工程与信息可视化。

1 交互式盒型组件设计

1.1 实现途径

通过 ArtiosCAD 创建交互式盒型组件,需定义变量,利用高级函数语句进行程序设计,结合特定条件以实现软件的逻辑判断,这样便可以让盒型组件根据不同的指定条件生成不同结构。在 ArtiosCAD 中,高级盒型库拥有强大的变量函数功能,通过 StyleMaker 工具可以创建属于用户自己的定制组件或者盒型库,具体步骤见图 1。

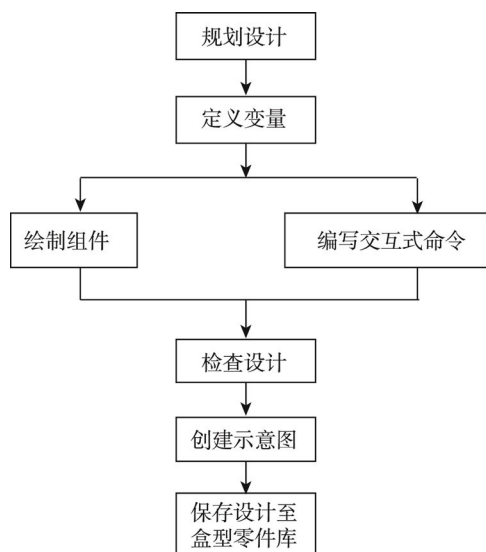


图 1 基于 ArtiosCAD 创建交互式参数化盒型组件的步骤
Fig.1 Step of the interactive design of folding carton components based on ArtiosCAD

1.2 ArtiosCAD 函数语句

ArtiosCAD 内置的 StyleMaker 自带许多函数语句,如 STEP 语句、MAX/MIN 语句等。基于 ArtiosCAD 函数语句的盒型组件设计主要分为 3 个步骤:规划设计;进行程序设计并绘制组件;将自定义盒型组件加入 ArtiosCAD 盒型零件库。

在折叠纸盒盒型中,插入式纸盒结构简单,开合方便,节省材料^[6],较具代表性,防尘翼是插入式纸盒的重要组成部分。基于 Esko ArtiosCAD 函数语句,以典型的盒型组件——防尘翼为例,讨论交互式盒型零件的设计方法。防尘翼有无槽型(without slot)、斜角槽(bevel slot)、圆角槽(rounded slot)等类型^[7],见图 2。无槽型防尘翼结构简单且模切时不产生废边,但与盖板相接处易爆裂;斜角槽可避免无槽型的爆裂故障,但斜角处不易清废;圆角槽结构相对复杂,但可避免爆裂故障且容易清废。当它作为盒型组件使用时需达到以下要求:用户只需输入主要尺寸(如盒宽、防尘翼高),并选择任意一种防尘翼类型,ArtiosCAD 即可自动创建所选类型的防尘翼。

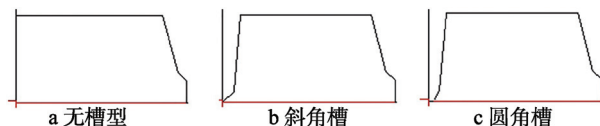


图 2 3 种防尘翼
Fig.2 Three kinds of dust flaps

2 程序设计与组件绘制

在 ArtiosCAD 中,程序设计主要有 2 种方法^[8]:设定变量,为变量赋值,利用函数语句的逻辑判断实现交互式盒型组件的创建;设定变量,在绘图过程中,ArtiosCAD 将自动生成记录文件,通过编辑记录文件,利用函数语句实现交互式盒型组件的创建^[9-10]。第 1 种方法适用于主参数以及各尺寸间的数学关系明确且可以提前通过函数语句定义的情形,需要预先对结构中的每一个几何元素(线、弧等)的取值进行分析、计算和赋值;第 2 种方法是第 1 种方法的扩展和补充,当主参数以及各尺寸间的数学关系难以通过函数语句预先定义时,采用该方法。文中案例中,不同防尘翼类型之间,主参数及各尺寸间的数学关系难以预先通过函数语句定义,且不能灵活地实现不同类型中不同几何元素的创建,因此采用第 2 种程序设计方法。

程序设计分析:定义模式变量 STY,选项分别为无槽型防尘翼、斜角槽防尘翼及圆角槽防尘翼,其对应的逻辑值分别为 1, 2, 3;需用到 STEP 语句,以便当用户选择特定的防尘翼类型时,让 ArtiosCAD 根据模式变量的逻辑值,选择不同的绘图路径;盒宽 W 与防尘翼高 DFH 决定防尘翼的宽度和高度;X1, X2, X3, X4 决定防尘翼横向修正尺寸;Y 决定防尘翼肩高;DFR 为圆角槽防尘翼的圆角半径。

根据如上分析,各变量具体的程序设计分析如下。

1) CAL。ArtiosCAD 内置变量,含义为纸板厚度,无需自建。该变量由材料选择传递。

2) STY。模式变量,为防尘翼类型,选项分别为无槽型防尘翼、斜角槽防尘翼及圆角槽防尘翼,ArtiosCAD 自动赋值为 1, 2, 3,由用户在设计时选择(3 选 1)。

3) W 和 DFH。W 为盒宽,由用户在设计时输入;防尘翼高 DFH 通常为盖板高度与插舌高度总和的一半,此处简化为盒宽的一半,即 $DFH=W/2$,应赋初始值。均为普通变量。

4) X1, X2, X3, X4, Y, DFR。防尘翼细节尺寸,赋初始值,无需用户另行输入,但可更改。

5) OA 之间的线段。图 3 中, O 为坐标轴原点, OA 为防尘翼的宽度(盒宽)减去让刀位($W-X2$)。当防尘翼为无槽型或斜角槽时, OA 所在线段的长度为

O 和 A 间的距离；仅当防尘翼为圆角槽模式时，其长度变为 O 和 A 间的距离减去 DFR 。通过直线工具绘制时，在小键盘中利用“两点间的距离”工具，见图 4，以得到两点之间距离的语句。此时在编辑记录文件对话框中加入 STEP 逻辑判断语句：STEP(STY,distance(END(:S:U:U1,1),INTER((:0.2),(:0.1),LEFT)),2,distance(END(:S:U:U1,1),INTER((:0.2),(:0.1),LEFT)),3,distance(END(:S:U:U1,1),INTER((:0.2),(:0.1),LEFT))-DFR)，使之能根据模式变量的逻辑值绘制两点间的长度。对应的函数关系见表 1。

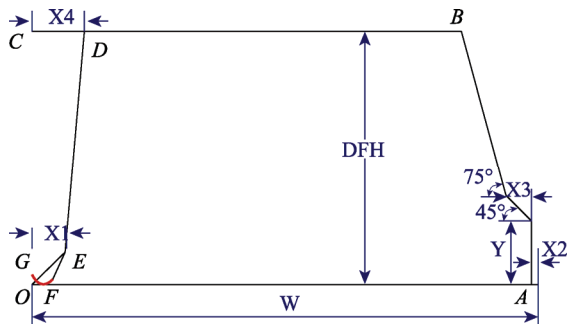


图 3 防尘翼结构
Fig.3 Structure of dust flaps



图 4 小键盘工具对话框
Fig.4 Dialog of keyboard

表 1 函数关系对照
Tab.1 The relation of variables

防尘翼模式	STY 逻辑值	OA 的距离语句	OA 所在线段的长度
无槽型	1	distance(END(:S:U:U1,1))	O 和 A 两点间的距离
斜角槽	2	distance(END(:S:U:U1,1))	O 和 A 两点间的距离
圆角槽	3	distance(END(:S:U:U1,1))-DFR	O 和 A 两点间的距离- DFR

6) AB 之间的线段。3 种防尘翼模式下，尺寸统一，故由设定的变量直接绘制即可。

7) BC 之间的线段。当防尘翼为无槽型时， C 点为防尘翼与盒体交线的其中一个交点， BC 的长度为 B 和 C 两点间的距离，当防尘翼为斜角槽或圆角槽模式时，其长度变为 B 和 C 两点间的距离减去 CD 之间的距离($BC-X4$)，函数语句为：STEP(STY,distance

(END(:S:U:U1,5),INTER((:0.2),(:0.1),LEFT)),2,distance(END(:S:U:U1,5),INTER((:0.1),(:S:U:C1,1),LEFT))-X4,3,distance(END(:S:U:U1,5),INTER((:0.1),(:S:U:C1,1),LEFT))-X4)。

8) 线段 DE 。 E 点为防尘翼横向偏移点，当防尘翼为无槽型时， DE 的长度为 0，当防尘翼为斜角槽或圆角槽模式时，其长度变为 D 和 E 两点间的距离，函数语句为：lenxord(STEP(STY,0,2,distance(END(:S:U:U1,6),INTER((:S:U:C1,6),(:S:U:C1,3),LEFT)),3,distance(END(:S:U:U1,6),INTER((:S:U:C1,6),(:S:U:C1,3),LEFT))),xord((#x,#y))+xord(INTER((:S:U:C1,6),(:S:U:C1,4),LEFT))-xord((#x,#y),2))。

9) 线段 EO 。当防尘翼为无槽型或圆角槽时， EO 的长度为 0，当防尘翼为斜角槽模式时，其长度为 E 和 O 两点之间的距离，函数语句为：enxord(STEP(STY,0,2,distance(END(:S:U:U1,7),END(:S:U:U1,2)),3,0),xord((#x,#y))+STEP(STY,0,2,xord(END(:S:U:U1,2))-xord((#x,#y)),3,0),(#x,#y),2))。

10) 线段 EF 。当防尘翼为无槽型或斜角槽时， EF 的长度为 0，当防尘翼为圆角槽模式时，其长度变为 E 和 F 两点间的距离，函数语句为：lenxord(STEP(STY,0,2,0,3,distance(END(:S:U:U1,7),INTER((:S:U:C1,6),(:S:U:C1,5),RIGHT))),xord((#x,#y))+xord(INTER((:S:U:C1,5),(:S:U:C1,6),LEFT))-xord((#x,#y),2))。

11) 圆弧 FG 。 F 点为线段 EF 与圆弧 FG 的切点， G 为圆弧 FG 与线段 OC 的切点。当防尘翼为无槽型或斜角槽时， FG 的长度为 0，当防尘翼为圆角槽模式时，其长度变为以 DFR 为半径，通过 F 和 G 点的圆弧，函数语句为：arc rad STEP(STY,0,2,0,3,DFR) cen lenxord(STEP(STY,0,2,0,3,DFR),#x+(STEP(STY,0,2,0,3,DFR)),(#x,#y),1.00) by x(xord(END(:S:U:U1,9))-xord((#x,#y)))。

通过重建设计功能验证设计，分别选择 3 种模式选项，ArtiosCAD 将根据所选模式创建不同类型的防尘翼。

3 模式变量结构与零件库

ArtiosCAD StyleMaker 提供创建示意图工具，通过示意图，用户可预览不同类型的结构形状，方便用户选择^[11]。利用重建设计，可为每个模式选项创建结构示意图。启用重建设计功能，在模式选项对话框中选择无槽型防尘翼，ArtiosCAD 将自动创建无槽型防尘翼的结构。确认设计无误后，利用 StyleMaker 中的创建示意图工具，ArtiosCAD 会根据当前的结构生成示意图，并置于图层 Doc Plot 1 中。用标注尺寸工具为示意图添加尺寸^[12]，并把尺寸的数值改为对应的变量。按照上述方法为斜角槽和圆角槽创建匹配的示意图，最终效果见图 5。

完成上述步骤后，在重建设计时，重建设计界面

中会出现模式变量选项对话框(图 6a)及调整变量对话框(图 6b),用户可根据模式变量选项对话框选择所需的组件(无槽型、斜角槽或圆角槽 3 选 1),并可根据调整变量对话框调整变量值。最终效果见图 6。

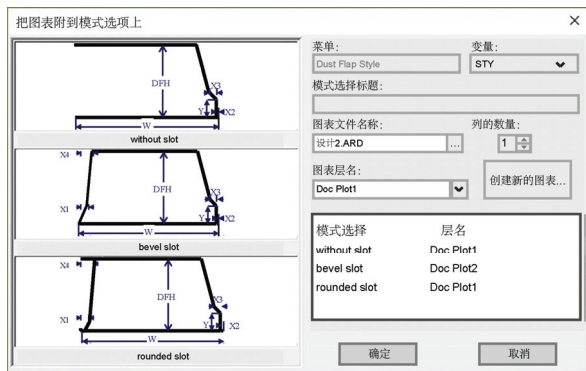


图 5 创建工具对话框
Fig.5 Dialog of diagram tool

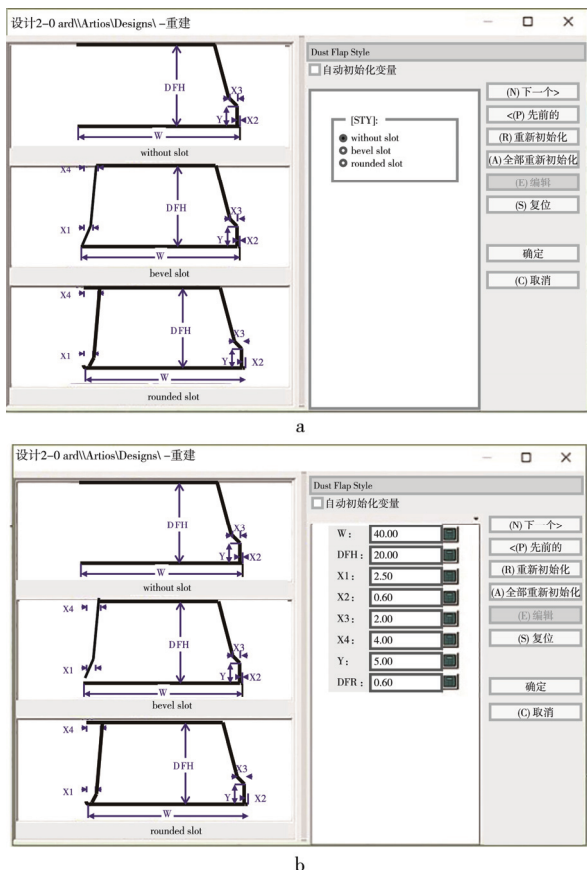


图 6 重建设计模式选项及调整变量对话框
Fig.6 Dialog of rebuilt design mode options and variables adjustment

将组件添加到盒型零件库。ArtiosCAD 自带盒型零件库,提供一些常用组件,使结构设计更高效、便捷。上述组件绘制完成后,将其保持至 Serverlib 文件夹中,通过设定“默认值”中的零件库目录,添加到盒型零件库中。需要通过该防尘翼组件创建盒型结构或创建参数化盒型时,只需在 ArtiosCAD 的盒型零

件库中直接调用即可。

4 结语

作为计算机辅助包装设计软件,ArtiosCAD 提供默认的盒型库和零件库,而用户自定义的交互式组件可大大地丰富和补充原有的组件^[13]。创建自定义盒型零件库时,针对盒型的主体结构,可将盒型分为盒盖、盒体、盒底及附属组件;针对盒型的局部结构,可按照功能,分为提手、挂孔、开窗等组件。设计人员可灵活运用内置的逻辑函数语句进行程序设计,利用拼合法将自定义的交互式组件拼合成交互式盒型。该方法能够大大提高包装结构设计的效率、方便性和灵活性^[14]。与利用几何工具绘图创建盒型机构的方式相比,当使用该交互式盒型组件创建带防尘翼的盒型结构次数超过 15 次时,效率可提升 50%以上。

参考文献:

- [1] 王冬梅,李霞,王军,等.包装 CAD[M].北京:中国轻工业出版社,2013.
WANG Dong-mei, LI Xia, WANG Jun, et al. Packaging CAD[M]. Beijing: China Light Industry Press, 2013.
- [2] 陈希荣.包装整体设计软件系统行业应用成为趋势[J].中国工业,2014(2): 28—29.
CHEN Xi-rong. The Application of Complete Packaging Design Software System Becomes a Trend[J]. China Packaging Industry, 2014(2): 28—29.
- [3] 苟进胜.包装计算机辅助设计[M].北京:文化发展出版社,2015.
XUN Jin-sheng. Computer Aided Design for Packaging[M]. Beijing: Culture Development Press, 2015.
- [4] 刘国栋,张美云,梁巧萍,等.基于 Visual Basic 与 AutoCAD 的包装纸盒参数化设计系统开发[J].中国印刷与包装研究,2011,3(3): 33—36.
LIU Guo-dong, ZHANG Mei-yun, LIANG Qiao-ping, et al. Development of Parametric Design System of Packaging Carton Based on Visual Basic and AutoCAD Platform[J]. China Printing and Packaging Study, 2011, 3(3): 33—36.
- [5] 丁旭升.基于 SolidWorks 的纸盒包装快速设计[J].机电工程技术,2014(6): 17.
DING Xu-sheng. Rapid Design of Carton Packaging Based on SolidWorks[J]. Mechanical & Electrical Engineering Technology, 2014(6): 17.
- [6] 宋兵,刘艳飞.喜糖包装的易开合结构设计研究[J].包装工程,2014,35(10): 17—20.
SONG Bing, LIU Yan-fei. The Structure Design of Easy to Open and Close for Wedding Candy Packaging[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(10): 17—20.
- [7] 袁毅,肖颖喆,陈琳璋,等.折叠纸盒锁底结构承载力实验研究[J].包装工程,2014,35(7): 30—34.

- YUAN Yi, XIAO Ying-zhe, CHEN Lin-zhang, et al. Carrying Capacity of the Bottom Lock Structure of Folding Carton[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(7): 30—34.
- [8] 孙诚. 包装结构设计[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2014.
- SUN Cheng. Package Structure Design[M]. Beijing: China Light Industry Press, 2014.
- [9] 迟建, 桑亚新, 于志彬. 直接实现海鲜产品包装系统参数化设计的两类方法[J]. 包装学报, 2011, 3(3): 42.
- CHI Jian, SANG Ya-xin, YU Zhi-bin. Implement of Parameterized Packaging Design System on AutoCAD[J]. Packaging Journal, 2011, 3(3): 42.
- [10] 王彩印, 李康. 比一比: 包装设计软件 ePack 与 ArtiosCAD 谁好用[J]. 印刷世界, 2007(1): 37.
- WANG Cai-yin, LI Kang. Make a Comparison: Which is Better between the Packaging Design Softwares ePack and ArtiosCAD[J]. Printing World, 2007(1): 37.
- [11] 王梅, 郑雪琪. 纸质托盘结构设计软件的开发[J]. 包装工程, 2014, 35(1): 81—85.
- WANG Mei, ZHENG Xue-qi. Software Development of Paper Trays Structure Design[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(1): 81—85.
- [12] 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(11): 36—38.
- HUANG Li-qiang, WU De-bao, HUANG Yan. Study on Dimension Method of Unusual Folding Carton CAD System[J]. Packaging Engineering, 2011, 32(11): 36—38.
- [13] 刘奇龙, 肖颖喆, 魏专, 等. 可自行扩充图形库纸包装 CAD 软件的设计与实现[J]. 包装学报, 2013, 5(2): 32—33.
- LIU Qi-long, XIAO Ying-zhe, WEI Zhuan, et al. Design and Implementation of Self-Expanding Graphic Library's Paper-Packaging CAD Software[J]. Packaging Journal, 2013, 5(2): 32—33.
- [14] 仲晨, 霍李江, 魏晓红. 基于 Esko ArtiosCAD 函数语句的折叠纸盒自动化盒型设计[J]. 包装工程, 2007, 28(7): 72—74.
- ZHONG Chen, HUO Li-jiang, WEI Xiao-hong. Automatic Design Based on the Esko ArtiosCAD Function Statement for Folding Carton[J]. Packaging Engineering, 2007, 28(7): 72—74.