

复杂形状液体包装容器 3D 容积刻度线的设计与研究

朱佳金, 周一届, 沈培玉

(江南大学, 无锡 214122)

摘要: 以 ProE 软件为平台, 研究了复杂形状容器的体积与高度的变化规律, 并以食用油桶为例, 利用 ProE 行为建模模块中的“UDA”分析功能、Pro/Program 模块中的程序编辑以及曲面模块, 在容器表面智能化地刻制 3D 刻度线以及标示容积大小的 3D 文字, 有效地解决了容器容积的标示问题, 保证了容器容积的标示精度, 提高了刻度容器的设计与加工的效率。该方法可应用于复杂容器容积的计算和刻度线的设计制作。

关键词: 容器; 容积; 3D 刻度线; ProE

中图分类号: TB482.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2012)07-0078-03

Research and Design on 3D Volume Scale Division Line for Complex Shape Packaging Container

ZHU Jia-jin, ZHOU Yi-jie, SHEN Pei-yu

(Jiangnan University, Wuxi 214122, China)

Abstract: The changing rule of vessels volume with correspondence high of complex containers was studied using ProE software. Edible oil drum was taken as example. The vessel volume indication method has solved effectively with the UDA analysis function in ProE behavior modeling module, the surface module formidable function and procedure edition function in the Pro/Program to intellectually mark 3D volume's scale as well as indication volume 3D character in the vessel surface. This can guarantee volume precision and enhance efficiency of vessel design. The method can be widely applied in complex vessel volume computation, scale division line design and manufacture.

Key words: container; volume; 3D scale; ProE

随着时代的进步, 人们的衣食住行讲究科学化, 产品的包装讲究美观化^[1]。例如, 日常生活中的食用油桶外形千姿百态, 而且为了满足容器的结构刚度要求, 在其表面上有意识地增加了形态各异且凹凸不平的肋。容器形状复杂, 外观曲面不规则, 其容积计算较为困难, 标示容积大小的刻度线一般采用手工制作^[2-3]。笔者通过 ProE 行为建模模块中的“UDA”和“关系”选项, Pro/Program 模块中的程序以及曲面模块的巧妙结合, 在容器表面智能地创建了 3D 刻度线及其对应的标示容积大小的 3D 文字, 通过数控加工, 便可以直接在容器的模具上加工刻度线和标示容积的文字。

1 创建油桶的容积^[4-7]

首先通过 ProE 行为建模中优化可行性分析重新调整该油桶的尺寸。从油桶底面向上 275 mm 处, 创建一个基准平面 DTM2, 该平面位置视作企业灌装位置, 重新调整该油桶的尺寸, 将 DTM2 平面以下的容积调整为 3 500 mL。

1.1 创建局部组特征

依据“UDA”要求, 在壳特征前后分别创建 2 个局部组特征。首先在 TOP 面和 DTM2 面间创建一条直线草绘, 该直线表示油桶的高度, 然后在该直线上创建一个域点, 并过该域点创建一个与草绘直线垂直的基准平面, 最后创建该基准平面下方抽壳前实心

收稿日期: 2011-08-23; **修订日期:** 2012-02-27

作者简介: 朱佳金(1962—), 男, 江苏丹阳人, 江南大学讲师, 主要从事工程图学、计算机辅助设计的教学和研究。

油桶单侧的实体体积,并把上述 3 个特征合并为一个局部组特征。利用该局部组特征创建“UDA”分析特征,得到“UDA”分析结果图,即油桶高度与油桶单侧实体体积的基准图 analysis1,并进行保存,见图 1。

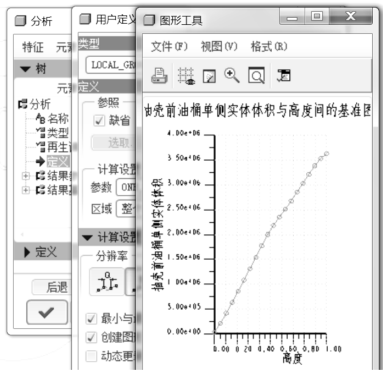


图 1 创建抽壳前油桶单侧实体体积与高度间的基准

Fig. 1 Creating datum of oil drum one-sided entity volume and the altitude before pulling out the shell

用同样的方法创建抽壳后空心油桶高度与油桶单侧实体体积的基准图 analysis2。

1.2 油桶容积与高度间的关系

得到基准图之后,通过可变截面扫描创建一个曲面,扫描轨迹线即为表示油桶高度的草绘直线,由曲面扫描中截面参数 sd5 的数值(过轨迹线绘制的一条水平线),得到油桶某高度处所对应的容积,见图 2,其中:

容积=sd5 数值×10 mL
sd5=evalgraph("analysis1", trajpar×1)/10000
-evalgraph("analysis2", trajpar×1)/10000。

由上可以看出,该扫描曲面边界线即为油桶容积随高度的变化曲线。



图 2 油桶容积的创建

Fig. 2 Creation of oil drum volume

2 创建 3D 刻度线

进入草绘界面,将上述扫描曲面边界线设置为参

照,在 500 mL 处创建一条长度为 18 mm、宽为 0.2 mm 的矩形草绘,利用展开偏移的方法将该草绘曲面偏移至油桶外表面。然后将草绘与偏移编组,并对组进行尺寸阵列,见图 3。刻度线长度可以通过尺寸阵

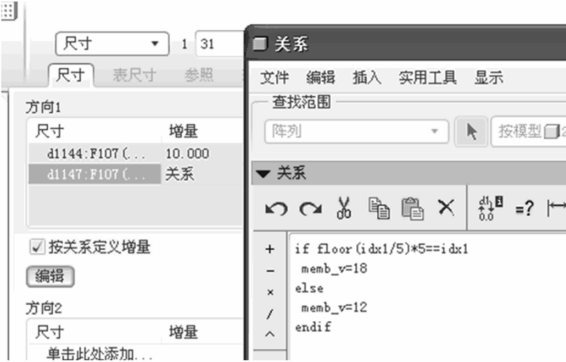


图 3 油桶表面 3D 刻度线的创建

Fig. 3 Creation of 3D scale division line in oil drum surface

列中“关系”方式实现对该长度参数的控制,最后在其“关系”对话框中进行如下程序编辑。

```
if floor(idx1/5) × 5 == idx1
memb_v=18
else
memb_v=12
endif
```

上述程序中表示:在容积为 100 mL 整数倍处刻制的刻度线长度为 12 mm;在容积为 500 mL 整数倍处,刻度线长度为 18 mm。

3 创建标示容积大小的 3D 文字

3.1 创建参数文本

在模型的参数对话框中添加一个参数 B,见图 4a,再创建一个文本草绘。在草绘处打开“关系”对话框,添加一个字符串函数式:b=itos(sd0×10),通过函数式将表示容积大小的数字(sd0)参数化,见图 4b。

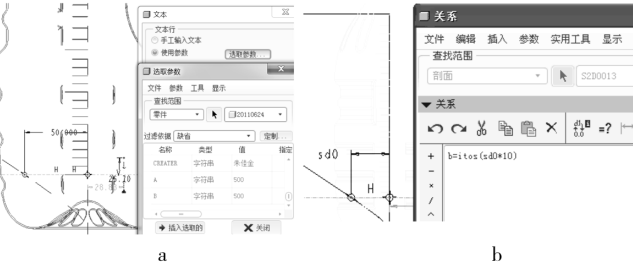


图 4 参数化文本的创建

Fig. 4 Creation of parametric drawings

3.2 创建 3D 文字

通过“编辑”中的“投影”，把上述文本草绘投影到油桶外表面上，将草绘与投影编组，并将组进行尺寸阵列，在容积为 500 mL 整数倍处显示容积数，见图 5。最后将 2D 文字通过曲面偏移，即得到所需的 3D 文字，见图 6。

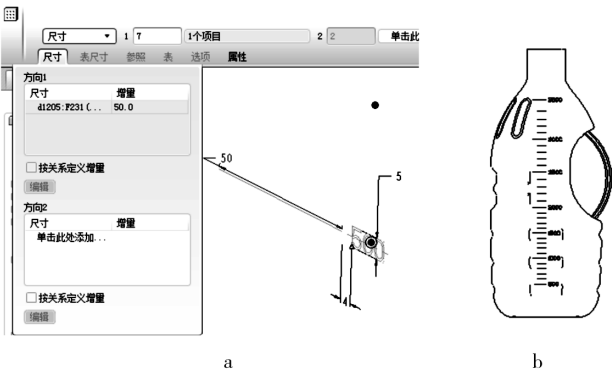


图 5 2D 文字的创建
Fig. 5 Creation of 2D character

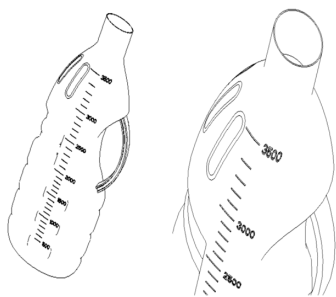


图 6 3D 文字的创建
Fig. 6 Creation of 3D character

4 容器容积的实验验证

4.1 容器制作

按图 7a 所示尺寸，用 ProE 创建图 7b 所示的容器模型，利用 ProE 分析工具中的优化可行性分析，获得容积为 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700 mL 处容器的计算高度^[3,8]。

根据图 7b 所示，用快速成形机制作出该容器，容器实体厚度的方向朝外，保证容积与 Proe 三维模型一致。

4.2 实验方法和结果

用量杯分别量取等体积的液体倒入快速成形机制作的容器中，并用钢尺等工具测量液面的高度，获得一组对应的测量高度，见表 1。

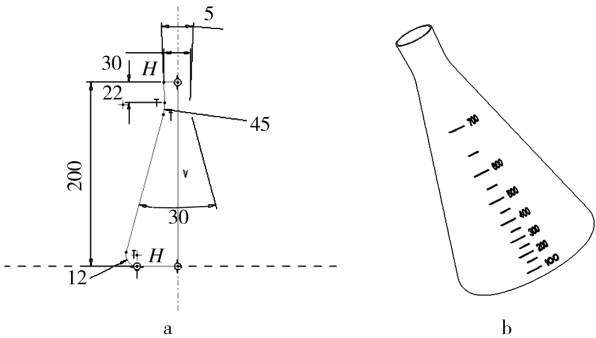


图 7 实验容器 3D 刻度线与 3D 文字的创建
Fig. 7 Creation of 3D scale line of experimental vessel and 3D character

表 1 计算高度与测量高度对比
Tab. 1 Comparison table of calculation height and measurement height

编号	计算高度/mm	测量高度/mm	容积/mL
1	23.441	23.2	200
2	35.762	35.5	300
3	50.323	50.4	400
4	67.732	67.6	500
5	90.457	90.3	600
6	126.239	126.1	700

可以看出，相同容积(体积)处计算高度与测量高度很接近，误差的产生是由测量、制造等造成。实验证明，ProE 设计制作的容器容积刻度线是可行、可靠的。

5 结语

运用 ProE 软件，对液体物料包装容器进行三维建模，利用该软件中的行为建模等模块可以快速、智能地在模型表面创建 3D 刻度线和 3D 文字，通过数控加工实现在后续的吹塑、注塑模具上自动加工出刻度线和文字。本研究对提高刻度容器设计效率和设计质量，解决容器包装的计量问题具有实际的指导意义。

参考文献：

[1] 杨震. 时尚流行趋势产品设计中的应用研究[J]. 包装工程, 2011, 32(6): 71-73.
YANG Zhen. Application Research of Fashion Trend in Product Design[J]. Packaging Engineering, 2011, 32(6): 71-73.

(下转第 151 页)

- [10] 欧盟 1272/2008 指令,关于物质和混合物分类、标签和包装的法规[S].
Regulation (EC) No 1272/2008 of the European Parliament and of the Council of 16 December 2008 on Classification, Labeling and Packaging of Substances and Mixtures[S].
- [11] 欧盟 67/548/EEC 指令,危险物质分类、标签和包装指令[S].
Directive 67/548/EEC of the European Parliament and of the Council of 27 June 1967 Concerning the Approximation of the Laws, Regulations and Administrative Provisions of the Member States Relating to the Classification, Packaging and Labeling of Dangerous Preparations [S].
- [12] 欧盟 1999/45/EC 指令,混合物分类、标签和包装指令[S].
Directive 1999/45/EC of the European Parliament and of the Council of 31 May 1999 Concerning the Approximation of the Laws, Regulations and Administrative Provisions of the Member States Relating to the Classification, Packaging and Labeling of Dangerous Preparations [S].
- [13] 李岭. 论中国传统包装材料的生态价值[J]. 包装工程, 2011, 32(7): 98—101.
LI Ling. Ecological Values of Traditional Packaging Materials[J]. Packaging Engineering, 2011, 32(7): 98—101.
- [14] 徐绍虎. 纳米材料在食品包装中的应用研究进展[J]. 包装工程, 2011, 32(7): 108—111.
XU Shao-hu. Progress of Application Research of Nanometer Material for Food Packaging [J]. Packaging Engineering, 2011, 32(7): 107—111.
- [15] 马爽. 商品适度包装研究综述[J]. 包装工程, 2011, 32(7): 92—95.
MA Shuang. Summarization on Commodity Moderate Packaging Research[J]. Packaging Engineering, 2011, 32(7): 92—95.

(上接第 80 页)

- [2] 陈文强. 关于卧式椭圆形封头容器液位和相应容积的计算[J]. 中国特种设备安全, 2007, 23(3): 13—15.
CHEN Wen-qiang. Calculation on the Liquid Level and Corresponding Volume for the Horizontal Container with the Elliptical Head[J]. China Special Equipment Safety, 2007, 23(3): 13—15.
- [3] 唐静静, 董海洋. Pro/ENGINEER 在包装容器结构设计中的应用[J]. 包装工程, 2005, 26(6): 92—93.
TANG Jing-jing, DONG Hai-yang. Application of Pro/ENGINEER in Structural Design of Packaging Container [J]. Packaging Engineering, 2005, 26(6): 92—93.
- [4] 朱佳金, 周一届, 沈培玉. 复杂形状液体包装容器容积刻度线问题及解决方法[J]. 包装工程, 2011, 23(1): 39—41.
ZHU Jia-jin, ZHOU Yi-jie, SHEN Pei-yu. Solution to Scaling Irregular Shaped Liquid Containers [J]. Packaging Engineering, 2011, 23(1): 39—41.
- [5] 谭雪松, 张青, 钟延志. Pro/ENGINEER Wildfire 中文版高级应用[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2005.
TAN Xue-song, ZHANG Qing, ZHONG Yan-zhi. Pro/ENGINEER Wildfire Chinese Version Advanced Applications [M]. Beijing: Posts and Telecom Press, 2005.
- [6] 詹友刚. Pro/ENGINEER Wildfire 高级应用教程[M]. 北京: 机械工业出版社, 2010.
ZHAN You-gang. Pro/ENGINEER Wildfire Advanced Application [M]. Beijing: Tutorial Machine Press, 2010.
- [7] 二代龙工作室. Pro/ENGINEER Wildfire3.0 高级设计[M]. 北京: 电子工业出版社, 2007.
Erdailong Studio. Pro/ENGINEER Wildfire3.0 Senior Design [M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2007.
- [8] 郭洋. Pro/ENGINEER 企业实施与应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 2008.
GUO Yang. Pro/ENGINEER Implementation and Application of Enterprise [M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2008.