

# 饮料瓶口径与饮用舒适度关系研究

宋卫生

(河南牧业经济学院, 郑州 450046)

**摘要:** **目的** 为了提高消费者在直接使用饮料瓶饮用饮料时的舒适度, 研究瓶口直径对饮用舒适度的影响。**方法** 组织 160 名学生志愿者针对瓶口直径分别为 28, 33, 38 mm 的饮料瓶饮用舒适度进行调查。**结果** 饮用舒适度受液流状况及其可调性等因素的影响。在此基础上, 建立了流体分析模型来模拟消费者饮用时的瓶装液体, 通过仿真分析理解了消费者在饮用饮料过程中通过改变饮料瓶倾斜角度来控制流速, 并达到最佳饮用感觉。**结论** 调查统计结果表明, 对于成年消费者直径为 33 mm 的瓶口的舒适度最佳, 而且该尺寸与消费者性别以及消费者嘴的大小无关。

**关键词:** 饮料瓶; 舒适度; 饮用感觉; 流动速度; 开口尺寸

**中图分类号:** TB484.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2014)11-0038-04

## Relation between Drinking Comfort and Opening Size of Beverage Bottles

SONG Wei-sheng

(Henan University of Animal Husbandry and Economy, Zhengzhou 450046, China)

**ABSTRACT: Objective** To study the effects of the beverage bottle opening size on drinking feelings in order to elevate the comfort of consumers when drinking from the bottles. **Methods** An investigation over 160 cases was performed based on a drinking feelings test using three kinds of bottles with opening diameters of 28, 33 and 38 mm, respectively. **Results** The factor analysis results showed that the drinking feeling was affected by factors such as the flow from the bottle to the mouth and the flow adjustability. Moreover, a finite fluid analysis model was developed to simulate the bottled liquid in a drinking action. Through the simulation analysis, we understood how consumers control the flow rate during the drinking actions to realize the ideal feeling by adjusting the inclination angle of the bottle. **Conclusion** Statistical analysis results showed that 33 mm opening was the optimum for adult consumers regardless of the gender and the mouth size.

**KEY WORDS:** beverage bottle; comfort; drinking feeling; flow rate; opening size

塑料瓶具有质量轻、价格低、不易碎、方便携带以及易回收等优点, 是当下各种饮料产品的首选包装容器。作为一种销售包装, 国内各饮料加工商一直把塑料瓶的造型和外装潢作为吸引客户的手段<sup>[1]</sup>, 而忽视消费者使用饮料瓶的体验。可口可乐的饮料瓶身一直保持弧线, 消费者在抓握和携带时都会感觉非常舒服, 所以这样的饮料瓶具有持久的生命力<sup>[2]</sup>。那些仅仅在造型上吸引眼球而不考虑实用性的饮料瓶, 第一

次可能会吸引消费者, 但如果使用时没有良好感受, 后期很难获得消费者的认可<sup>[3]</sup>。对于饮料瓶, 其瓶口设计非常重要, 现在市面上出现了不同口径的饮料瓶, 直径多大的口径才适合消费者饮用习惯非常值得研究<sup>[4]</sup>。需要建立一种人们在直接使用饮料瓶饮用饮品时感觉的评价方法来评价饮料瓶口径的大小对饮用舒适度的影响。为了得到消费者偏好数据, 对几种不同瓶口直径的常见饮料进行调查研究。

收稿日期: 2014-02-08

作者简介: 宋卫生(1980—), 男, 河南人, 硕士, 河南牧业经济学院讲师, 主要从事包装结构与仿真分析方面的教学与研究工作。

## 1 关于饮用舒适度的调查与研究

年轻人是各类饮品的重点消费人群<sup>[5]</sup>,由此针对160名大学生自愿者做了饮用舒适度调查,其中男生80名,女生80名,年龄为18~21岁。瓶内饮品为矿泉水,调查所用的瓶口直径分别为28,33以及38 mm。其中口径为28 mm的饮料瓶比较常见,口径为33 mm的饮

料瓶最近几年使用较多,而口径为38 mm的则比较少见<sup>[6-7]</sup>。在调查过程中,调查问卷主要有2方面信息需要被调查者填写。第1方面的问题主要是为了得到关于消费者偏好的口径尺寸方面的数据。将志愿者平均分为4组,每组40人,20名男生,20名女生,让他们在使用不同口径饮料瓶饮用矿泉水后,为自己感觉饮用最舒服的那个口径的瓶子在调查问卷1上投上一票。3种不同口径饮料瓶的评价情况见表1和图1。

表1 对不同口径饮料瓶的评价

Tab.1 Evaluation of bottles with different opening size

口径/mm	第1组		第2组		第3组		第4组		结果		总分
	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	
28	4	5	3	4	4	5	2	6	13	20	33
33	10	11	12	13	11	8	14	8	47	40	87
38	6	4	5	3	5	7	4	6	20	20	40

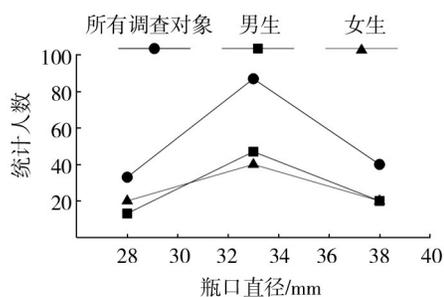


图1 对不同口径饮料瓶的评价

Fig. 1 Evaluation of bottles with different opening size

从图1和表1可以看出,口径为33 mm的饮料瓶得分最高,38 mm的其次,28 mm的得分最低。

调查问卷第2方面的问题是为了研究影响消费者饮用感觉的因素。一般情况下,消费者的饮用感觉与饮料流出的速度、流入口中的速度、流出量、流出量是否稳定、控制流出量的难易程度、流入液体在喉中的感觉、瓶子倾斜角度是否容易控制、瓶径大小是否适合嘴巴大小、液体是否容易从瓶中溅出等因素有关<sup>[8-9]</sup>,另外也与瓶子形状、所用材料、饮料的温度和口味、消费者的年龄和性别、饮用时间和地点等有关<sup>[10-11]</sup>。从以上因素中挑选9项指标来研究影响消费者饮用感觉的因素。调查问卷第2个方面问题关于口径为33 mm饮料瓶的调查表见表2,另外2个口径信息与其雷同,不再列举。

根据第2个问题中9个项目调查结果的算术平均值和标准偏差值分布情况见图2。图2a中的算术平均值统计结果显示,口径为33 mm的饮料瓶的分值最高。口径为38 mm的饮料瓶在项目1,3,4中的平均分最高,口径为28 mm的饮料瓶在项目9中的平均分最高。图2b中的标准偏差值统计结果显示,口径为33 mm的标准偏差值低于另外2个口径的值。

从口径为33 mm的饮料瓶较高的算术平均值和较低的标准偏差值可以看出,口径为33 mm的饮料瓶评价较高。口径为28 mm和38 mm的饮料瓶的标准偏差值较大,说明在使用这2种口径的瓶子时感觉差异较大。

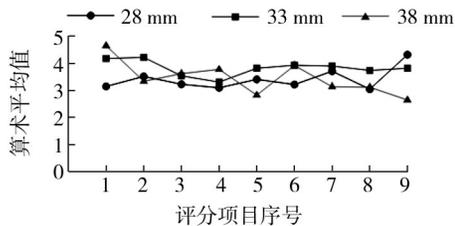
## 2 对瓶装液体的有限元仿真模拟

从调研结果可以看出,饮用舒适度明显受到液流状况的影响,所以有必要建立一个有限元模型来模拟液体从瓶中流出的过程<sup>[12]</sup>,并在此基础上通过计算机仿真方式来提高饮料瓶的饮用舒适度。

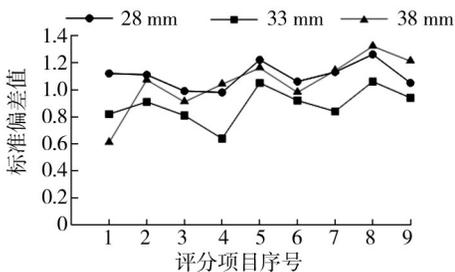
使用Fluent系列软件中的FIDAP软件来模拟消费者的饮用动作,该软件是基于有限元方法的通用CFD求解器,为一专门解决科学及工程上有关流体力学传热及传热等问题的分析软件,其应用范围有一般流体流场、自由表面问题、紊流、非牛顿流流场、热传、化学

表2 问题2中关于33 mm口径饮料瓶的调查问卷  
Tab.2 Survey results of Question 2 regarding bottle with 33 mm opening

33 mm口径饮料瓶(请在您认为的选项上打√)		
评分项目	评分等级	评分项目
1.液体容易从瓶中流出	5 4 3 2 1	容易流出为5分,不容易流出为1分
2.液体流入口中的量对您比较合适	5 4 3 2 1	感觉合适为5分,不合适为1分
3.液体流入喉中感觉舒服	5 4 3 2 1	感觉舒服为5分,慢为1分
4.液体流入口中的速度	5 4 3 2 1	流入快为5分,慢为1分
5.液体流出量能很轻松地控制	5 4 3 2 1	容易控制为5分,不容易控制为1分
6.液体流入口中的量比较平稳	5 4 3 2 1	流入平稳为5分,不平稳为1分
7.瓶子比较容易控制倾斜角度	5 4 3 2 1	容易控制为5分,不容易控制为1分
8.瓶子口径适合您嘴巴的大小	5 4 3 2 1	感觉合适为5分,不合适为1分
9.液体不容易从瓶中溅出	5 4 3 2 1	不容易溅出为5分,容易溅出为1分



a 9个评分项目的算术平均值



b 9个评分项目的标准偏差值

图2 调查问题2的评价结果  
Fig.2 Evaluation result of Question 2

反应等<sup>[13]</sup>。FIDAP本身含有完整的前后处理系统及流场数值分析系统。盛装一定液体的口径为28 mm的饮料瓶有限元模型见图3,模型中矿泉水和空气视为不可压缩的流体,水和空气的密度分别设为998 kg/m<sup>3</sup>和1.2 kg/m<sup>3</sup>,黏度分别设为1 × 10<sup>-3</sup> Pa·s和1.82 × 10<sup>-5</sup> Pa·s<sup>[14-15]</sup>。将瓶子从垂直状态匀速旋转到饮用角度,即矿泉水刚刚流出的角度,来模拟消费者的饮用过程。口径为38 mm的饮料瓶在旋转过程中不同角度的效果见图4,时间为2 s时的液流速度曲线见图5。

从图5可以看出,3种不同口径饮料瓶中的液体在



图3 饮料瓶的有限元模型  
Fig.3 Finite-element model of beverage bottle



图4 不同角度的饮料瓶有限元模型  
Fig.4 Finite-element model of beverage bottle from different angles

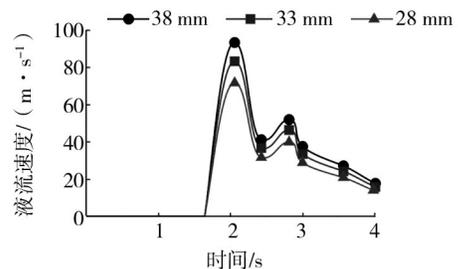


图5 不同口径饮料瓶的液流速度曲线  
Fig.5 Flow rate curve of bottles with different opening size

流出过程中均出现了2次速度高峰,且这2次高峰的开始时间和经历时间一样。图5中的结果和前面调查的关于口径大小与液流速度的关系是一致的。可以用第1次速度高峰时的流速表示消费者饮用饮料时的饮用舒适度系数。

### 3 结语

通过调研分析和有限元模拟分析,可以看出在28,33和38 mm这3种不同口径饮料瓶中,口径为33 mm的饮料瓶最适合成年消费者。饮用舒适度主要受液流状况及其可调性等因素的影响。有限元模拟分析的结果和调研观察的结果一致。通过有限元模拟可知,消费者在饮用过程中通过调节瓶子的倾斜角度来控制液流速度,并达到最佳饮用感觉。由此可见,有限元模拟分析在今后的饮料瓶开发研究方面能发挥其独到作用。

### 参考文献:

- [1] 陈虹,王芳,赵鹏. 饮料瓶的个性化设计研究[J]. 包装工程, 2010, 31(2):139—141.  
CHEN Hong, WANG Fang, ZHAO Peng. Study of Individualized Design Method Using Beverage Packaging[J]. Packaging Engineering, 2010, 31(2): 139—141.
- [2] 张卉子,张蕾. 高阻氧性PET果汁饮料瓶的研究发展趋势[J]. 包装工程, 2009, 30(8):91—94.  
ZHANG Hui-zi, ZHANG Lei. Development Trend of Oxygen Barrier Pet Bottle for Juice[J]. Packaging Engineering, 2009, 30(8):91—94.
- [3] 李湘生,印雄飞,冯孝燕,等. 基于有限元分析的瓶子结构设计流程研究[J]. 塑料工业, 2011, 39(2):53—55.  
LI Xiang-sheng, YIN Xiong-fei, FENG Xiao-yan, et al. Research about the Bottle Structure Process Design Based on the Finite Element Analysis[J]. China Plastics Industry, 2011, 39(2):53—55.
- [4] 曹洋,吴臣武,金乘进. 柱形杜瓦瓶端盖密封结构有限元分析[J]. 制造业信息化, 2006(6):114—115.  
CAO Yang, WU Chen-wu, JIN Cheng-jin. Finite Element Analysis on the Sealing Structure of the Bulkhead for a Columniform Dewar[J]. Manufacturing Internationalization, 2006(6): 114—115.
- [5] 余晓辉. PET瓶在茶饮料包装的应用及发展[J]. 聚酯工业, 2002, 15(5):5—6, 29.  
YU Xiao-hui. Application and Development of PET Bottle on the Packaging of Tea Drinks[J]. Polyester Industry, 2002, 15(5):5—6, 29.
- [6] 苏良瑶. PET饮料瓶结构优化设计及瓶坯减重方法的研究[D]. 杭州:浙江理工大学, 2012.  
SU Liang-yao. The Research about Optimal Design of Bottle Structure and Lighten Design of Perform on PET Beverage Bottle[D]. Hangzhou: Zhejiang Sci-Tech University, 2012.
- [7] 谭志明,陈满儒,山静民. 基于有限元法的玻璃啤酒瓶应力分析[J]. 包装工程, 2002, 23(5):115—117.  
TAN Zhi-ming, CHEN Man-ru, SHAN Jing-min. Analyzing of Stress in Beer Bottle Based on the Finite Element Method[J]. Packaging Engineering, 2002, 23(5): 115—117.
- [8] HAN J, ITOH R, NISHIYAMA S, et al. Lightweight Design and Analysis of Beer Packaging Material Application of Structure Optimization Technique to Aluminum Beverage Bottle Design[J]. Structural and Multidisciplinary Optimization, 2005, 29(4):304—311.
- [9] WEI Yuan, LI Hua-xie, GAI Mei-zhang, et al. Structural Analysis and Design Optimization of PET Beer Bottles[J]. Applied Mechanics and Materials, 2013, 312:21—24.
- [10] 袁玮,许文才. PET啤酒瓶有限元分析及其结构参数的确定[J]. 包装工程, 2009, 30(12):24—26.  
YUAN Wei, XU Wen-cai. Finite Element Analysis of PET Beer Bottle and Determination of Structural Parameters[J]. Packaging Engineering, 2009, 30(12): 24—26.
- [11] 李娟,张蕾. 啤酒塑料包装现状和研发趋势[J]. 包装工程, 2008, 29(2):195—196.  
LI Juan, ZHANG Lei. Present Situation and Development Trend of Beer Plastics Packaging[J]. Packaging Engineering, 2008, 29(2): 195—196.
- [12] 张连生,邢妍,张艳秋,等. 基于MSC\_NASTRAN玻璃啤酒瓶有限元建模和分析[J]. 食品与机械, 2010, 26(1):113—117.  
ZHANG Lian-sheng, XING Yan, ZHANG Yan-qiu, et al. Finite Element Modeling and Analysis of Glass Beer Bottle Based on MSC\_NASTRAN[J]. Food & Machine, 2010, 26(1): 113—117.
- [13] WEI Yuan, LI Hua-xie, GAI Mei-zhang, et al. Research on PET Beer Bottle Structural Parameters and It's Strength[J]. Applied Mechanics and Materials, 2013, 641/642:488—491.
- [14] WEI Yuan, HUI Yao, LI Hua-xie. Lightweight Design and Analysis of Beer Packaging Material[J]. Advanced Materials Research, 2012, 411:46—49.
- [15] MUDDASAR K, CESAR L, HAMEED A, et al. An Analysis of Dome Reversal in Metal Beverage Container Based on Finite Element Methods[J]. Structural Durability & Health Monitoring, 2010, 6(2):53—68.