

# PET瓶瓶身结构对瓶子质量与标签完好性的影响

陈伟,崔君芳,彭慧锈

(中粮东莞粮油工业有限公司,广东东莞523145)

**摘要:**为保证包装产品的质量,通过对普通瓶型和加强筋瓶型PET瓶进行壁厚测定、抗压试验和跌落试验来比较瓶身结构对瓶子的抗压性能及标签完好性的影响。结果表明,加强筋瓶型的瓶子更厚,垂直抗压能力更好,对标签的保护程度优于普通瓶型的,且瓶子质量的改变不影响其性能。综上,选择加强筋瓶型的PET瓶更有利于保证包装产品的质量。

**关键词:**PET瓶;瓶身结构;加强筋;抗压试验;标签完好性;跌落试验

中图分类号:TS221;TS09

文献标识码:A

文章编号:1003-7969(2024)01-0145-04

## Influence of PET bottle body structure on bottle quality and label integrity

CHEN Wei, CUI Junfang, PENG Huixiu

(COFCO(Dongguan)Oils and Grains Industries Co.,Ltd., Dongguan 523145, Guangdong, China)

**Abstract:**In order to ensure the quality of the packaged products, through wall thickness measurement, compression test and drop test of ordinary PET bottle and reinforced PET bottle, the influences of bottle body structure on the compression performance of bottles and label integrity were compared. The results showed that the reinforced bottle was thicker, its vertical compression resistance and label protection were better than the ordinary bottle, and the change of bottle mass did not affect its performance. In conclusion, choosing reinforced PET bottle is more conducive to ensure the quality of the packaged products.

**Key words:**PET bottle; bottle body structure; reinforcement; compression test; label integrity; drop test

聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)作为包装材料具有成本低、可塑性强、造型美观且多样化等特点。注塑加工是当前生产塑料产品最主要的方式之一,国内外注塑及吹瓶设备技术不断更新优化,促进了PET瓶的大幅度扩产。近年来,PET瓶已成为市场上增长最快、最引人注目的塑料包装瓶。高质量低成本的PET瓶不断获得市场认同,并在市场上推广应用,已成为各种饮料、食用油等食品的主流包装瓶<sup>[1]</sup>,但塑料刚性强度偏弱的特性依然存在。

以食用油产品包装为例,产品在装卸、运输、储存及销售过程中会出现标签褶皱或破损、瓶子变形等外包装质量下降的问题,其原因有装卸过程中野

蛮装卸,出入库过程中叉车运输倒板,运输过程中受到冲击、震动、颠簸,储存过程中超重堆码,销售过程中人员误触碰导致产品跌落等。如何提高产品包装质量,降低外包装破损率,逐渐成为商家重点关注的问题。包装容器瓶身结构是影响包装外观质量的重要因素之一,包装容器瓶身结构的改进与创新,能较大程度地避免商品在流通过程中被各种外力因素破坏,保证产品的质量,避免影响品牌形象,从而促进产品销售<sup>[2-4]</sup>。

现如今,市面上食用油的瓶型多种多样,其结构形状、作用应力、生产工艺、瓶子壁厚、使用材料均对瓶子质量有很大的影响。有研究表明,瓶肩与瓶颈在垂直负载的作用下易发生形变,是影响瓶体垂直负载强度的关键部位<sup>[2-4]</sup>。瓶肩斜度、瓶肩高度、瓶肩宽度是主要的影响因素,瓶肩宽度和瓶肩斜度越大,垂直载荷强度越好;瓶身开设的多条周向凹槽

收稿日期:2022-10-19;修回日期:2023-09-28

作者简介:陈伟(1988),男,主要从事油脂品质控制工作(E-mail)496978002@qq.com。

通信作者:彭慧锈,初级工程师(E-mail)1363088286@qq.com。

能有效提高瓶身的环向强度和刚性,加设纵向加强筋能降低长期处于负荷条件下导致的下垂和变形现象;瓶底设有内凹加强筋,用以承受瓶子冷却至室温后的瓶内负压<sup>[2-4]</sup>。本文通过比较普通瓶型和加强筋瓶型两种瓶子的瓶身结构,验证瓶身结构对瓶子

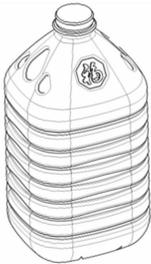
抗压性能和标签完好性的影响,以保证包装产品的质量。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试验所用瓶型如表 1 所示。

表 1 普通瓶型和加强筋瓶型瓶子的结构

| 结构 | 普通瓶型                              |   | 加强筋瓶型   |   |
|----|-----------------------------------|---|---|---|
|    | 特点                                | 图例  | 特点  | 图例  |
| 瓶肩 | 瓶肩锥形结构,有足够的倾角,且肩与体的交接处采用较大的圆弧半径过渡 |  | 瓶肩锥形结构,有足够的倾角,肩与体的交接处采用较大的圆弧半径过渡,表面设有 1 条周向凸筋 |  |
| 瓶身 | 7 条周向凹槽均匀分布                       |   | 7 条周向凹槽均匀分布,设有 7 条纵向加强筋互相错开排列                 |   |
| 瓶底 | 瓶底为内凹型,设有 8 条加强筋且均匀分布             |   | 瓶底为内凹型,设有 8 条加强筋且均匀分布                         |   |

纸箱,尺寸为 333 mm × 313 mm × 358 mm,厚度为 6.5 mm,材质面纸为 160 g 一等品箱纸板,楞纸为 BC 楞 120 g A 级优等品瓦楞芯纸,芯纸为 85 g A 级优等品瓦楞芯纸,里纸为 140 g 一等品箱纸板。

XJ-D6 六腔旋转吹瓶机,佛山建邦机械有限公司;DCP-KY10K 电脑测控抗压试验机,四川长江造纸仪器有限责任公司;PMA5000 电子称量秤,赛多利斯科学仪器有限公司(五鑫衡器公司);电子数显千分尺,日本三丰精密仪器有限公司。

### 1.2 试验方法

#### 1.2.1 单瓶壁厚检测

分别取同一模号的 98 g 5 L 普通瓶型瓶子和 98 g 5 L 加强筋型瓶子各 5 个,用记号笔分别在瓶肩、瓶身(上、中、下)、瓶底侧各部位画出 1 个 50 mm × 40 mm 的小长方形,由上到下分别用序号 1、2、3、4、5 来表示,剪下画好的图形,每个图形取 3 个点,用千分尺分别测量其壁厚,取平均值,瓶子壁厚取瓶肩、瓶身、瓶底侧 5 个位置点的平均值。

#### 1.2.2 单瓶抗压试验

分别取 98 g 5 L 普通瓶型瓶子和 98 g 5 L 加强筋瓶型瓶子各 1 个,量取 5 L 常温水置于瓶子中,压上盖子,在抗压试验机上以 10 mm/min 的速度对瓶子垂直施压(选择最大压溃力模式),记录设备上显示最大载荷,每种瓶型每天测试 1 次,连续测试 6 个月,取每月抗压结果的平均值。

#### 1.2.3 单瓶跌落试验

分别取 98 g 5 L 普通瓶型瓶子和 98 g 5 L 加强筋瓶型瓶子,装入 5 L 水,压上盖子,贴上同一厂家、

同一材质标签(采用相同贴标方式,贴标后放置 24 h),在距离地面 1.2 m 高度的位置,分别采用竖跌落(瓶底向下)和横跌落(瓶身水平向下)的形式将瓶子垂直跌落于水泥地面,观察并记录标签破裂程度,结果分别用“无破裂”“边角破裂”和“破裂严重”来表示,试验重复 6 次。

#### 1.2.4 整箱跌落试验

人工跌落试验:分别取装好 5 L 水、贴好标签的 98 g 5 L 普通瓶型和 98 g 5 L 加强筋瓶型的瓶子各 2 个,将其呈对角线放置于同规格的纸箱中(箱规格为 5 L × 4),以保证试验过程中受力基本一致,采用胶带封箱,在距离地面 1.2 m 高度分别采用竖跌落(正向放置)和横跌落(水平横向放置)的形式进行人工跌落试验,试验重复 3 次,观察并记录标签完好性,结果以“无破裂”“边角破裂”和“破裂严重”表示。由于人工跌落试验是依靠人力进行操作,冲击力度相对较小,而叉车跌落基本为叉车司机操作不稳定、速度过快或转弯过急导致,由于重力和惯性作用,叉车跌落冲击力度更大,货物跌落的方向也可能会改变,货物损伤会更严重,因此需进一步进行叉车跌落试验。叉车跌落模拟试验:在人工跌落试验条件的基础上,胶带封箱后模拟叉车倒板试验,试验重复 3 次。

#### 1.2.5 瓶子质量对单瓶跌落和整箱跌落试验的影响

分别取 120 g 5 L 普通瓶型瓶子和 120 g 5 L 加强筋瓶型瓶子,按照 1.2.3、1.2.4 的试验条件开展跌落试验,研究瓶子质量的改变能否对试验结果造成影响。

### 1.2.6 整板堆码试验

仓库随机抽取98 g 5 L普通瓶型和98 g 5 L加强筋瓶型的成品大豆油各54箱(箱规格为5 L×4),进行堆码试验,每组堆码2板,每板堆码3层,每层放9箱,共码放6层(上层卡板23 kg),堆码时间为1个月,观察最底层产品标签的褶皱情况,以此判

断不同瓶型条件下标签的完好程度。

## 2 结果与讨论

### 2.1 瓶子壁厚检测结果

两种瓶型瓶子不同部位的壁厚检测结果如表2所示。

表2 两种瓶型瓶子不同部位壁厚检测结果

| 位置     | 普通瓶型/mm |       |       |       |       | 加强筋瓶型/mm |       |       |       |       |
|--------|---------|-------|-------|-------|-------|----------|-------|-------|-------|-------|
|        | 1       | 2     | 3     | 4     | 5     | 1        | 2     | 3     | 4     | 5     |
| 1(瓶肩)  | 0.319   | 0.302 | 0.317 | 0.335 | 0.314 | 0.360    | 0.333 | 0.316 | 0.365 | 0.370 |
| 2(瓶身上) | 0.332   | 0.321 | 0.306 | 0.320 | 0.304 | 0.366    | 0.374 | 0.357 | 0.343 | 0.358 |
| 3(瓶身中) | 0.355   | 0.368 | 0.393 | 0.374 | 0.362 | 0.425    | 0.448 | 0.493 | 0.388 | 0.402 |
| 4(瓶身下) | 0.320   | 0.329 | 0.320 | 0.297 | 0.304 | 0.367    | 0.369 | 0.357 | 0.392 | 0.370 |
| 5(瓶底侧) | 0.341   | 0.306 | 0.360 | 0.322 | 0.391 | 0.340    | 0.342 | 0.381 | 0.364 | 0.389 |
| 平均值    | 0.333   | 0.325 | 0.339 | 0.330 | 0.335 | 0.372    | 0.373 | 0.381 | 0.370 | 0.378 |
| 瓶子平均壁厚 | 0.332   |       |       |       |       | 0.375    |       |       |       |       |

由表2可知,普通瓶型瓶子的壁厚在0.325~0.339 mm,平均壁厚为0.332 mm,加强筋瓶型瓶子的壁厚在0.370~0.381 mm,平均壁厚为0.375 mm,在质量一定的条件下,设有加强筋瓶型的壁厚明显比普通瓶型的更大。

### 2.2 单瓶抗压试验结果

两种瓶型瓶子在6个月内的月平均抗压值结果如图1所示。

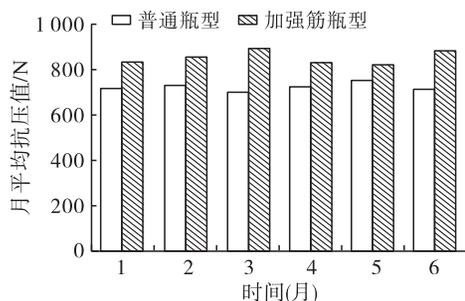


图1 两种瓶型瓶子在6个月内月平均抗压值

由图1可知,普通瓶型瓶子的月平均抗压值在700~754 N,加强筋瓶型瓶子的月平均抗压值在822~896 N,设有加强筋瓶型的瓶子抗压值明显高于普通瓶型瓶子,表明设有加强筋瓶型的瓶子抗压能力更强。

### 2.3 单瓶跌落试验结果

分别对普通瓶型和加强筋瓶型的瓶子进行竖跌落试验,分析瓶身结构对标签完好性的影响。两种瓶型单瓶竖跌落试验的标签破裂程度结果如表3所示。

由表3可知:普通瓶型瓶子在6组竖跌落试验中有5组在跌落10次后标签均无破裂,1组在跌落4次后标签破裂严重,标签明显褶皱;加强筋瓶型瓶子在6组竖跌落试验中有4组在跌落10次后标签

无破裂,2组在跌落10次后标签仅边角破裂,标签无明显褶皱,对标签的整体外观形象影响不大,加强筋瓶型的瓶子均达到了10次最大跌落次数。综合判断,加强筋瓶型的瓶子在单瓶竖跌落试验中的跌落次数和标签完好程度均优于普通瓶型。

表3 两种瓶型瓶子单瓶竖跌落试验标签破裂程度

| 组别 | 普通瓶型 |        | 加强筋瓶型 |        |
|----|------|--------|-------|--------|
|    | 跌落次数 | 标签破裂程度 | 跌落次数  | 标签破裂程度 |
| 1  | 10   | 无破裂    | 10    | 无破裂    |
| 2  | 10   | 无破裂    | 10    | 边角破裂   |
| 3  | 10   | 无破裂    | 10    | 无破裂    |
| 4  | 4    | 破裂严重   | 10    | 无破裂    |
| 5  | 10   | 无破裂    | 10    | 边角破裂   |
| 6  | 10   | 无破裂    | 10    | 无破裂    |

注:前期试验发现竖跌落次数一般不超过10次就会出现破裂现象,因此规定竖跌落试验的最大跌落次数是10次,标签破裂即终止竖跌落试验

分别对普通瓶型与加强筋瓶型的瓶子进行横跌落试验,分析瓶身结构对标签完好性的影响。两种瓶型单瓶横跌落试验标签破裂程度结果如表4所示。

表4 两种瓶型瓶子单瓶横跌落试验标签破裂程度

| 组别 | 普通瓶型 |        | 加强筋瓶型 |        |
|----|------|--------|-------|--------|
|    | 跌落次数 | 标签破裂程度 | 跌落次数  | 标签破裂程度 |
| 1  | 1    | 破裂严重   | 3     | 无破裂    |
| 2  | 1    | 破裂严重   | 3     | 无破裂    |
| 3  | 2    | 破裂严重   | 3     | 边角破裂   |
| 4  | 3    | 破裂严重   | 3     | 无破裂    |
| 5  | 1    | 破裂严重   | 3     | 无破裂    |
| 6  | 1    | 破裂严重   | 3     | 无破裂    |

注:前期试验发现横跌落次数一般不超过3次就会出现破裂现象,因此规定横跌落试验的最大跌落次数是3次,标签破裂即终止横跌落试验

由表4可知:普通瓶型的瓶子在6组横跌落试验中标签均破裂严重,其中有4组在1次跌落后就出现标签破裂严重现象,1组在2次跌落后标签破裂严重,1组在3次跌落后标签破裂严重;加强筋瓶型瓶子在6组横跌落试验中有5组在跌落3次后标签无破裂,1组在跌落3次后标签仅边角破裂,加强筋瓶型的瓶子均达到了3次最大跌落次数。综合判断,加强筋瓶型的瓶子在单瓶横跌落试验中的跌落次数和标签完好程度均优于普通瓶型。

#### 2.4 整箱跌落试验结果

分别对两种瓶型的瓶子进行整箱人工和叉车竖、横跌落试验,分析瓶身结构对标签完好性的影响,结果如表5、表6所示。

表5 两种瓶型瓶子整箱竖跌落试验标签破裂程度

| 组别 | 普通瓶型 |        | 加强筋瓶型 |        |
|----|------|--------|-------|--------|
|    | 跌落次数 | 标签破裂程度 | 跌落次数  | 标签破裂程度 |
| 人工 |      |        |       |        |
| 1  | 3    | 无破裂    | 3     | 无破裂    |
| 2  | 3    | 无破裂    | 3     | 无破裂    |
| 3  | 3    | 无破裂    | 3     | 无破裂    |
| 叉车 |      |        |       |        |
| 1  | 1    | 边角破裂   | 1     | 无破裂    |
| 2  | 1    | 无破裂    | 1     | 无破裂    |
| 3  | 1    | 无破裂    | 1     | 无破裂    |

注:人工试验跌落3次后纸箱基本破裂损坏,无法再进行试验;叉车跌落试验冲击力大,模拟试验1次后纸箱均已破裂,同样无法再进行试验。下同

表6 两种瓶型瓶子整箱横跌落试验标签破裂程度

| 组别 | 普通瓶型 |        | 加强筋瓶型 |        |
|----|------|--------|-------|--------|
|    | 跌落次数 | 标签破裂程度 | 跌落次数  | 标签破裂程度 |
| 人工 |      |        |       |        |
| 1  | 1    | 破裂严重   | 3     | 无破裂    |
| 2  | 1    | 破裂严重   | 3     | 无破裂    |
| 3  | 1    | 破裂严重   | 3     | 无破裂    |
| 叉车 |      |        |       |        |
| 1  | 1    | 破裂严重   | 1     | 无破裂    |
| 2  | 1    | 破裂严重   | 1     | 无破裂    |
| 3  | 1    | 破裂严重   | 1     | 无破裂    |

由表5、表6可知,整箱竖跌落试验对两种瓶型瓶子标签完好性影响不大,而整箱横跌落试验中,普通瓶型瓶子跌落1次标签均已破裂严重,加强筋瓶型瓶子人工整箱跌落3次,叉车整箱跌落1次,标签均无破裂现象。由此可见,在瓦楞纸箱防护下加强筋瓶型瓶子对标签的保护作用比普通瓶型更好。

#### 2.5 瓶子质量对单瓶跌落和整箱跌落试验的影响

通过改变瓶子的质量,分别对普通瓶型与加强筋瓶型的瓶子进行单瓶和整箱竖、横跌落试验,发现试验结果与2.3、2.4基本保持一致,说明瓶子质量的改变并不影响加强筋瓶型瓶子对标签的保护作用。

#### 2.6 整板堆码试验

分别对98 g 5 L普通瓶型及98 g 5 L加强筋瓶型的瓶子进行堆码试验,通过对比最底层产品标签的褶皱程度发现,普通瓶型产品标签比加强筋瓶型产品标签褶皱更明显。

### 3 结论

通过对比普通瓶型和加强筋瓶型的瓶子在不同试验形式下的抗压性能和标签完好性发现,加强筋瓶型的瓶子更厚,垂直抗压能力更好,在单瓶和整箱跌落、整板堆码试验过程中对标签保护程度优于普通瓶型,且瓶子质量的改变不影响其性能。因此,选择加强筋瓶型的PET瓶更有利于保证包装产品的质量。

#### 参考文献:

- [1] 崔若光,盖玉杰,高海峰.商品包装概论[M].哈尔滨:东北林业大学出版社,2005.
- [2] 宋宝峰.包装容器结构与制造[M].北京:印刷工业出版社,1998.
- [3] 金国斌.塑料包装容器设计[M].北京:化学工业出版社,2003.
- [4] 吴波.包装容器结构设计[M].北京:化学工业出版社,2001.