

# 基于托盘应用状况的托盘结构创意设计

宋爱华

(常州信息职业技术学院, 常州 213164)

**摘要:** **目的** 研究并解决托盘尺寸与应用场景不匹配的问题。**方法** 对金属材料托盘结构进行创意设计, 根据使用场景的不同要求, 可以在原有托盘尺寸的基础上, 改变托盘的长或宽, 能够衍生出各种不同规格的托盘。**结果** 托盘尺寸可变设计能很好地解决托盘应用存在的问题, 提高托盘应对不同场景的适用性, 增强托盘与存储的货架、搬运的产品和运载工具等的匹配性, 提高托盘的标准化程度, 有利于建立托盘循环共用系统, 提高托盘利用率, 提高物流作业效率, 降低物流成本。**结论** 尺寸可变设计金属材料托盘具有较好的承载性和安全性, 有着良好的市场前景。

**关键词:** 托盘; 尺寸; 标准化; 物流效率; 物流成本

**中图分类号:** TB485.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2018)21-0126-07

**DOI:** 10.19554/j.cnki.1001-3563.2018.21.023

## Creative Design of Pallet Structure Based on Pallet Application Status

SONG Ai-hua

(Changzhou College of Information Technology, Changzhou 213164, China)

**ABSTRACT:** The work aims to study and solve the problem of mismatch between pallet size and application scenario. The pallet structure of metal material was creatively designed. According to the different requirements of the use scene, the length or width of the pallet could be changed on the basis of the original pallet size, and the pallets with different specifications could be derived. The design with variable pallet sizes could solve the problems of the pallet application well, improve the applicability of the pallet in different scenarios, enhance the matching of the pallets with the stored shelves, the handled products and delivery vehicles and improve the standardization of the pallets. It was beneficial to establish a pallet recycling system, improve the utilization of pallets and the efficiency of logistics operations, and reduce logistics costs. The metal pallet based on the variable-size design has better bearing and safety, and it has good market prospects.

**KEY WORDS:** pallet; size; standardization; logistics efficiency; logistics cost

随着物流活动日益频繁,特别是“一带一路”的发展,物流量与日俱增,托盘在其中扮演着越来越重要的角色<sup>[1]</sup>。托盘作为物流最基础的作业单元,在运输、仓储、装卸搬运、配送等物流各环节中起着有效衔接、顺畅贯通的关键作用,对提高物流作业效率、降低物流成本也至关重要。托盘能否真正发挥作用,关键在于托盘的规格尺寸与存储的货架、搬运的产品、集装箱、运载工具等是否匹配。目前托盘的尺寸规格一般是固定的,造成一种规格托盘应对不同环境的共用性较差<sup>[2-3]</sup>,企业势必要购置各种不同规

格的托盘,而现行的托盘规格众多,造成企业购置托盘的成本较高,购置回来的各种规格托盘又占用了有限的存储空间。物流作业中,因为托盘的规格尺寸与存储的货架、搬运的产品、集装箱、运载工具等不匹配,需要倒盘换装,不但降低了托盘的利用率,降低了物流作业效率,提高了物流成本,而且也容易造成货损货差,增加了产品损失成本。在托盘标准上,现行的欧洲标准、以日韩为主的亚洲标准和中国标准等都不统一,而且托盘的尺寸不能变通,适应不了国际物流对托盘直达运输的需求,因此,开展托盘结构可

收稿日期: 2018-04-19

基金项目: 江苏高校哲学社会科学重点建设基地项目(2018ZDJD-B017); 江苏高校哲学社会科学优秀创新培育团队建设项目(2017ZSTD035); 常州信息职业技术学院科研平台项目(CXPT201702R)

作者简介: 宋爱华(1968—),男,硕士,常州信息职业技术学院讲师,主要研究方向为物流管理、创新管理。

变设计研究显得很有意义。在综合了解和分析托盘市场状况的基础上，参考相关学者的研究<sup>[4-6]</sup>，对金属材料托盘尺寸进行可变设计研究。

## 1 托盘概述

### 1.1 托盘的材质及规格分类

目前制作托盘材料繁多，主要为木制材料、金属材料、塑料材料和混合材质的混合材料。根据行业环境不同，使用的托盘材质要求也不同，以木托盘为例，中国《国家食品安全法》规定，食品类的托盘不允许使用木制托盘，因为时间和使用环境的原因，木托盘长期使用后，会产生虫蛀、霉变等，从而影响食品安全。

木制托盘、塑料托盘、金属托盘优缺点对比，见表 1。

表 1 不同材料托盘优缺点对比  
Tab.1 Comparison of advantages and disadvantages of pallets made of different materials

托盘材质	优点	缺点
木制托盘	制作工艺简单，价格相对便宜，维修比较方便	破损率高，维护保养成本大，使用寿命较短，出口时要熏蒸，不防火，易受潮，易发霉，易虫蛀
塑料托盘	质量轻，外观清洁，易清洗，易消毒，可回收，使用寿命长	抗冲击力强，不易变形，刚性好，承载的荷载大，维护
金属托盘	保养成本低，使用寿命长，环保性能好	价格相对较高，质量大，适合在特定行业中使用

据托盘专业委员会调查发现，目前流通中的托盘规格比较杂乱。就目前市场托盘规格来说，有几十种规格之多。由于托盘制造工艺简单，很多生产企业自行生产相关规格，使用单位也会根据自己产品规格来定制托盘，托盘规格标准严重不统一，造成托盘上下流通非常困难。

### 1.2 托盘的应用领域

托盘受应用环境的影响较大，不同的托盘所适用的环境有着明显的区分，甚至对于一些材质托盘，国家有相关法规规定只能在特定环境下使用，见表 2。

木托盘是目前市场应用最多最广泛，也是应用历史最悠久的托盘，相较于其他材料的托盘，木托盘制作材料易得，制作工艺简单，制作成本廉价。由于木托材料仅仅依靠于木材，而对于中国来说，木材资源比较短缺，而且由于木料材质的原因，木托盘在物流

表 2 托盘应用领域  
Tab.2 Pallet application area

托盘材质	主要用途
木制托盘	主要用于承载瓷质品和质量轻小的货物
塑料托盘	广泛用于食品、医药、机械、汽车、烟草行业
金属托盘	主要用于食品、外贸出口行业，可以承载较重的物体

活动中包括在出口外贸运输中发现有寄生虫，因此在使用木托盘的外贸业务中还特别加设了熏蒸和高温消毒的环节，这增加了作业量，提高了物流成本。随着环保意识普遍增强，企业也越来越在意出口的一些附加成本，因此最近几年木制托盘在国内的使用趋势有所下降。

对于塑料托盘，这几年我国塑料托盘的生产经历了一个发展期，特别是随着医药和烟草行业的发展，带动新的托盘工艺—内置钢嵌件技术进步，使得塑料托盘的性能有了很好的改善，塑料托盘也得到了广泛使用，石化、烟草、食品和医药行业使用最多。塑料托盘生产，国内大多数企业采用注塑加工的方式。

金属托盘在托盘市场上属于耀眼的明星，其金属材料的性能和特征使其受到部分企业的青睐，以汽车行业、乳制品和造纸行业为主。最近几年随着钢材价格的下降，市场对金属材料的需求逐渐扩大。部分用户企业考虑到产品的特殊性，对于托盘的使用要求也越来越高，这些因素都带动了金属托盘需求在不断增长。国内一些企业对托盘产品的开发越来越重视，特别像金属这种柔性化程度高的材料更是生产厂家的首选。

## 2 托盘市场状况及应用存在问题

### 2.1 托盘市场状况

据中国物流与采购联合会托盘专业委员会和中国仓储协会统计，2003—2016 上半年，中国托盘产量从 2003 年的 3500 万片增长到 2016 年上半年的 12 771 万片，呈现出稳步快速增长的趋势。截至 2016 年 6 月，中国托盘市场保有量达到 11.2 亿片，其中 1.2 m×1.0 m 标准托盘市场占比达到 25.5%左右。

从托盘材质结构看，木托盘生产量占比达到 78%，塑料托盘生产增速加快，已由 2010 年的 10%增至 2016 年上半年的 15%，见表 3。

### 2.2 托盘应用存在问题

1) 托盘共用性差。托盘作为运输过程中货物承载的媒介，应该始终贯穿整个物流环节，但是受物流托盘的局限性影响，造成一系列问题。例如，托盘的

表3 各材质托盘产量占比情况  
Tab.3 Proportion of output of pallets made of various kinds of materials

托盘材质	占比/%
木托盘	78
塑料托盘	15
纸托盘	4
金属托盘	2
其他托盘	1

注：数据来源于中国物流与采购联合会托盘专业委员会、中国仓储协会

规格尺寸涉及到集装单元货物尺寸，集装单元货物尺寸又涉及到包装单元尺寸。由于托盘的规格尺寸与各种运输车辆的厢、仓库通道及货架尺寸，甚至与货物装卸搬运场所的构造结构、装卸搬运机具的尺寸等存在不匹配的现象，造成了托盘在整个物流环节中贯穿能力差，基本是在企业内部周转使用，很难实现托盘的直达运输。

2) 托盘作业成本高。随着物流行业的快速发展，依靠人力的装卸搬运方式已经成为影响其发展的“瓶颈”。由于托盘与生产线、产品包装、集装箱、仓储承载设施、装卸搬运机具、运输车辆和船舶等不匹配，加大了倒盘换装的次数，增加了物流作业量。托盘的机械装卸搬运作业、托盘联运、多式联运难以有效开展，导致各物流环节难以高效顺畅对接，造成了效率低下，资源浪费，成本提高。

3) 托盘标准化程度低。衡量一个国家的物流国际化程度，托盘标准率是一项重要的评价指标<sup>[7]</sup>。国外很多经济发达国家基本实现了托盘标准化，而且建立了托盘共用系统。我国托盘规格众多杂乱，托盘标准化率约为23%，远低于澳大利亚的95%、欧洲的70%、美国的55%<sup>[8]</sup>，造成国内托盘在国际物流中存在着较大的贯通障碍，难以适应国际物流的需要。国内企业为了国际贸易的需要，不得不向托盘生产企业订购或租赁与常规周转使用不一致的托盘，从而增加了企业的出口成本，降低了产品的国际竞争力。

### 2.3 托盘标准化趋势

国家在2014年颁布《物流业发展中长期规划（2014—2020年）》，提出主要原则之一：完善标准，提高效率。推动物流业技术标准体系建设，加强一体化运作，实现物流作业各环节、各种物流设施设备以及物流信息的衔接配套，促进物流服务体系高效运转。规划在重点工程部分提出物流标准化工程，推广托盘、集装箱、集装袋等标准化设施设备，建立全国托盘共用体系。

在物流标准化试点工作的引领下，近年来，我国托盘标准化更新速度不断加快，标准托盘市场需求持

续增长，标准托盘市场占比快速提升。1.2m×1.0m标准托盘市场占比从2013年的23%增长到2016年上半年的25.50%，见图1。托盘生产总量中标准托盘产量占比持续增长，见图2。数据来源于中国物流与采购联合会托盘专业委员会、中国仓储协会。

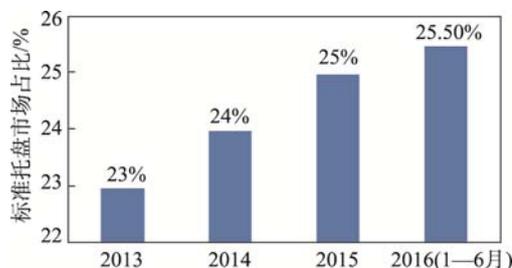


图1 2013—2016年上半年中国标准托盘市场占比情况  
Fig.1 China's standard pallet market share in the first half of 2013—2016

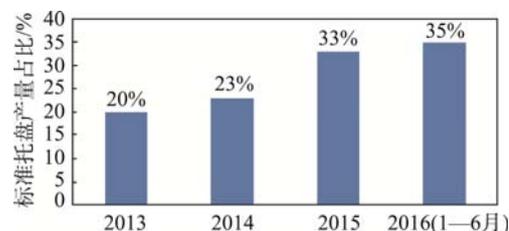


图2 2013—2016年上半年中国标准托盘产量占比情况  
Fig.2 China's standard pallet yield proportion in the first half of 2013—2016

据中国物流与采购联合会托盘专业委员会和中国仓储协会统计，标准托盘租赁量从2012年的800万片增长到2016年上半年的1680万片。随着物流标准化试点工作的逐步推进，托盘共用模式有效推广，标准托盘租赁量占我国托盘保有量比率持续上升，从2012年的1.1%提高到2016年上半年的1.5%。

## 3 尺寸可变托盘结构设计

### 3.1 设计技术方案

结合图3—6对设计技术方案做详细的说明。图3—6均为简化的示意，仅以示意方式说明尺寸可变设计的基本结构。

总体设计方案由托盘基本结构、纵梁结构、横梁结构、剪式架结构、面板伸缩结构和刻度尺设置六部分构成。具体各部分结构设计简述如下所述。

1) 托盘基本结构。如图3和图4所示的一种尺寸可变的金属材料托盘，包括固定支撑部和活动支撑部，所述固定支撑部和活动支撑部均包括固定板4，所述固定板4上固定安装有3个垫块5，3个垫块5分别通过螺钉8固定安装在固定板4的两端和中间位置处且间隔设置，所述固定支撑部上平行且间隔设置有3条纵梁，3条纵梁均通过螺钉8分别可拆卸安装在固定支撑部的3个垫块5上，见图5和图6。纵梁

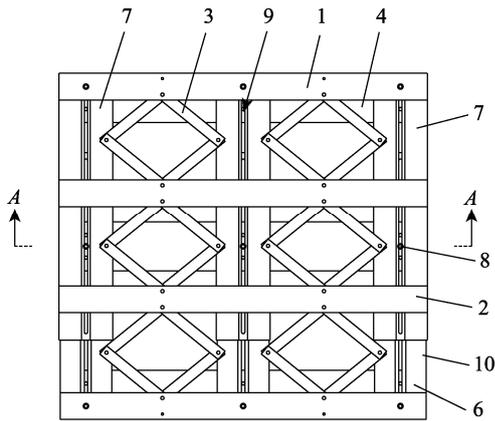


图 3 金属托盘的三维示意  
Fig.3 3D schematic drawing of metal pallet

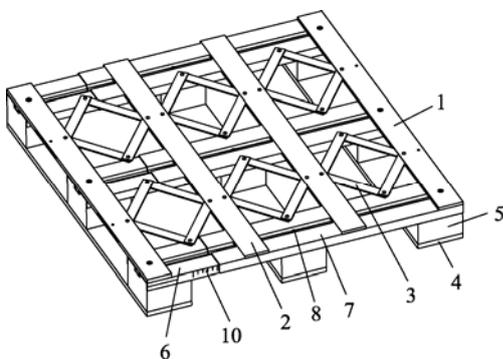


图 4 金属托盘的俯视图  
Fig.4 Top view of metal pallet

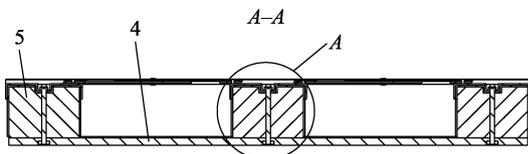
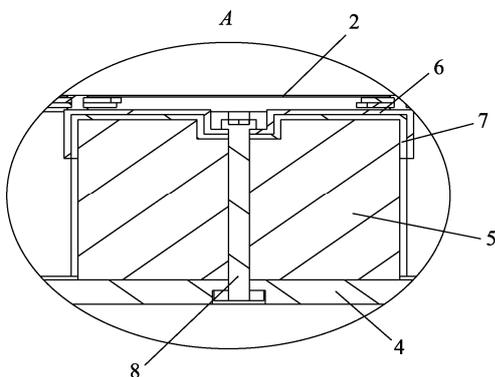


图 5 图 3 中 A-A 处的剖视图  
Fig.5 Section A-A in Fig.3



1.固定横梁 2.活动横梁 3.剪式架 4.固定板 5.垫块 6.第 1 伸缩板 7.第 2 伸缩板 8.螺钉 9.导轨 10.刻度尺

图 6 图 5 中 A 处的放大图  
Fig.6 An enlarged view of A in Fig.5

的两端分别与活动支撑部上的垫块 5 通过螺钉 8 固定连接,3 条纵梁的一端均与同一固定横梁 1 固定连接。

2) 纵梁结构。纵梁包括第 1 伸缩板 6 和第 2 伸

缩板 7, 第 1 伸缩板 6 和第 2 伸缩板 7 的横截面形状均为凹型, 第 1 伸缩板 6 和第 2 伸缩板 7 叠加设置, 所述固定支撑部上螺纹安装有螺钉 8, 第 1 伸缩板 6 和第 2 伸缩板 7 上的凹陷处的长度方向上均开设有导轨 9, 螺钉 8 穿过 2 条导轨 9 后与固定支撑部螺纹连接, 所述螺钉 8 的上表面位于所述固定横梁 1 上表面的下方, 在需要调节纵梁的长度时, 拧开紧固在固定支撑部上的螺钉 8, 螺钉 8 松动后, 分别向两端拉第 1 伸缩板 6 和第 2 伸缩板 7, 当纵梁的长度调节到目标要求位置后, 拧紧螺钉 8 即可。

3) 横梁结构。纵梁的两端均通过螺钉 8 固定安装有固定横梁 1, 2 条固定横梁 1 平行且间隔设置, 纵梁上 2 条固定横梁 1 之间滑动安装有若干条活动横梁 2, 活动横梁 2 的具体数量可根据托盘的大小或托盘承载的载荷确定。该实施例以纵梁上 2 条固定横梁 1 之间滑动安装有 2 条活动横梁 2 为例, 进行阐述。固定横梁与活动横梁 2 之间、相邻 2 条活动横梁 2 之间均通过至少 2 组由平行四边形铰接而成的剪式架 3 连接。

4) 剪式架结构。一组剪式架 3 包括 4 根长度相等的连杆, 2 根连杆的一端通过转轴同轴转动安装在固定横梁 1 上, 另外 2 根连杆的一端通过转轴同轴转动安装在活动横梁 2 上, 2 根连杆的另一端分别与另外 2 根连杆的另一端转动连接, 4 根连杆构成平行四边形结构; 所述固定横梁 1 与所述活动横梁 2 的上表面均位于同一平面上。

5) 面板伸缩结构。在纵梁的长度伸缩时, 固定安装在纵梁两端的固定横梁 1 随纵梁的伸缩而移动, 由于纵梁上 2 条固定横梁 1 之间滑动安装有 2 条活动横梁, 固定横梁 1 与活动横梁 2 之间、相邻 2 条活动横梁 2 之间均通过至少 2 组由平行四边形铰接而成的剪式架 3 连接, 在纵梁两端的固定横梁 1 移动时, 2 条活动横梁 2 也随之移动, 并始终与固定横梁 1 保持平行, 从而使横梁在纵梁上均匀分布。

6) 刻度尺设置。2 条所述刻度尺 10 分别安装在位于两侧的第 1 伸缩板 6 的外侧。在托盘的纵梁未变化长度时, 第 2 伸缩板 7 的一端端面与第 1 伸缩板 6 中刻度尺 10 的零刻度线重合, 在拉伸时两边对称地拉, 拉至欲伸长的长度单位即可。如果先拉伸其中 1 块伸缩板, 只要拉伸至欲伸长单位的一半即可, 再拉伸第 2 块伸缩板至目标长度单位, 拧紧 3 根纵梁中部的螺钉固定。

操作方法: 以 1000 mm×800 mm 的托盘衍生为 1000 mm×1000 mm 托盘为例, 固定托盘长度, 对宽度进行调节, 拧松固定支撑部中垫块 5 上的螺钉 8, 拉伸第 1 伸缩板 6, 第 1 伸缩板 6 的移动量为第 2 伸缩板 7 的一端端面所对应的数值为 100 mm, 那么第 2 伸缩板的移动量也应该为 100 mm; 需拉伸第 2 伸缩板 7, 待第 2 伸缩板 7 的一端端面在刻度尺 10 上

所对应的数值为 200 mm 时停止拉伸第 2 伸缩板 7, 拧紧 3 根纵梁中部的螺钉, 将第 1 伸缩板 6 和第 2 伸缩板 7 固定, 从而固定了纵梁的长度, 1000 mm×1000 mm 的托盘衍生成功, 同理也可衍生出 1000 mm×1200 mm 等多种规格的物流托盘。

### 3.2 托盘试验

以上面设计的可调节的托盘结构, 以不锈钢材料为材质, 将其衍生为 3 种常用的尺寸规格 1000 mm×800 mm, 1000 mm×1000 mm, 1000 mm×1200 mm。横梁的尺寸为 1000 mm×100 mm×10 mm, 垫块的尺寸为 100 mm×100 mm×100 mm。利用有限元软件 Ansys Workbench, 导入 3 种规格的托盘模型, 分别进行载荷 (包括静载荷、动载荷) 试验、弯曲试验、剪切试验。3 种试验约束方法的云图见图 7—10。通过试验得到云图, 采集数据见表 4—7。

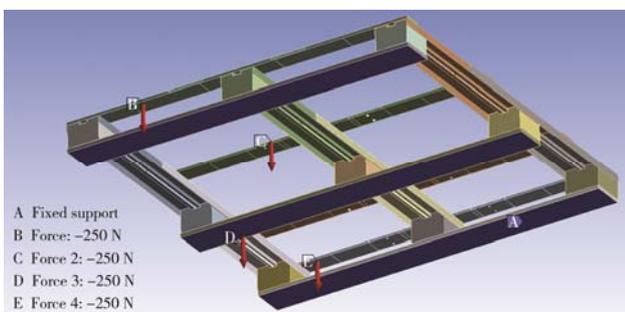


图 7 托盘静态约束方法云图  
Fig.7 Contour of pallet static constraint method

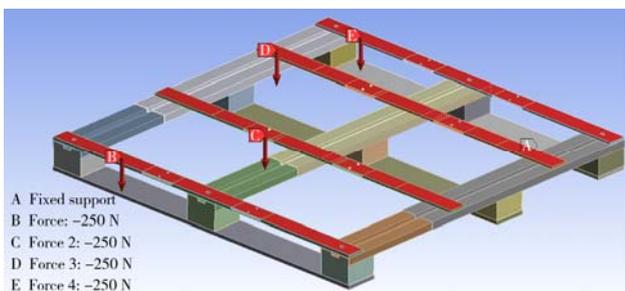


图 8 托盘动态约束方法云图  
Fig.8 Contour of pallet dynamic constraint method

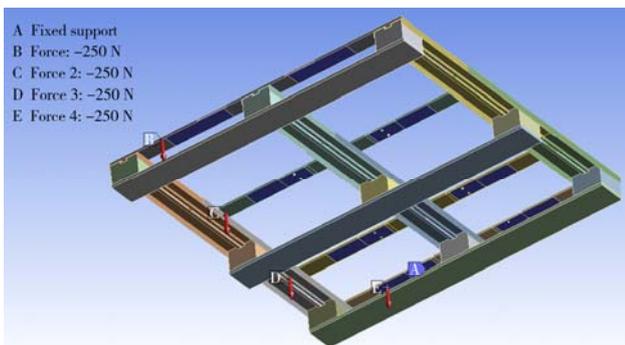


图 9 柱子抗弯约束方法云图  
Fig.9 Contour of column bending constraint method

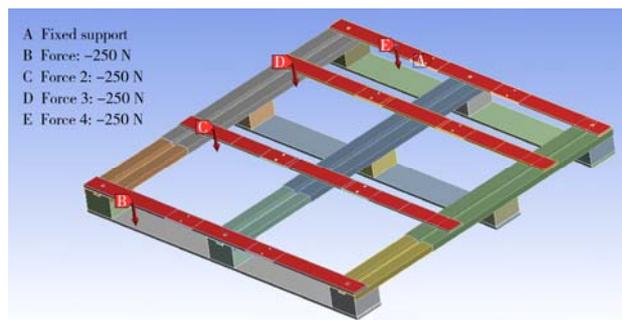


图 10 柱子抗剪约束方法云图  
Fig.10 Contour of column shear constraint method

表 4 托盘静载荷试验  
Tab.4 Pallet static load test

托盘规格	变形/mm	应变	应力/MPa
1000 mm×800 mm	0.0832	0.000 123 94	22.671
1000 mm×1000 mm	0.091073	0.000 128 71	24.356
1000 mm×1200 mm	0.24215	0.000 162 48	30.684

表 5 托盘动载荷试验  
Tab.5 Pallet dynamic load test

托盘规格	变形/mm	应变 ( $\times 10^{-5}$ )	应力/MPa
1000 mm×800 mm	0.009 822 3	3.4972	6.8432
1000 mm×1000 mm	0.013 283	6.5259	12.697
1000 mm×1200 mm	0.036 17	5.6755	11.024

表 6 柱子弯曲试验  
Tab.6 Column bending test

托盘规格	变形/mm	应变	应力/MPa
1000 mm×800 mm	4.3661	0.000 761 58	139.81
1000 mm×1000 mm	1.3914	0.000 413 76	78.696
1000 mm×1200 mm	3.8873	0.000 845 09	155.14

表 7 柱子剪切试验  
Tab.7 Column shear test

托盘规格	变形 ( $\times 10^{-5}$ )/mm	应变 ( $\times 10^{-7}$ )	应力/MPa
1000 mm×800 mm	3.7358	8.6463	0.17293
1000 mm×1000 mm	3.7767	8.7537	0.17507
1000 mm×1200 mm	3.7811	8.8399	0.1768

通过数据分析, 在托盘长度不变情况下, 随着宽度从 800 mm 渐次拉伸到 1000, 1200 mm, 无论是静载荷试验还是动载荷试验, 变形位移有着增大的趋势, 但是增幅不大, 总体来说, 变形量非常小。柱子弯曲试验, 相对来说, 变形比静动荷载试验时要大, 相应的应变和应力也增大。柱子剪切试验, 变形比静动荷载试验时要小得多, 相应的应变和应力也非常小。

以上几种试验下变形、应变、应力数据正常反应了三者之间存在的相关性。这些数据在托盘面板上

只有4块横梁的情况下,从试验云图上采集下来的,如果实际托面板面上有更多的横梁,在同样试验方法下,数据得出的效果应该更理想。

### 3.3 设计创新性

通过托盘结构的柔性化设计,可以改变现有托盘规格尺寸的不可变性,增强托盘规格的可塑性,提高托盘使用的柔性,提高托盘使用的共用性。该产品设计有助于托盘标准化的推广<sup>[9-11]</sup>,也有助于托盘循环共用系统的建立<sup>[12-14]</sup>。通过查阅相关研究文献资料,并通过专利检索,该项研究具有很好的创新性,已经申请实用新型专利,获得专利授权,对于托盘的专业深入研究起到了抛砖引玉的作用。

### 3.4 设计可行性

针对结构伸缩对材料的要求,金属材料托盘比较适合柔性化设计,因此对金属材料托盘进行尺寸可变设计,已经完成了尺寸可变设计方案,并制作了产品模型。整个设计思路清晰,产品结构简单明了,工作原理科学合理,操作方便快捷。根据国家《联运通用平托盘性能要求和试验选择》标准规范和《联运通用平托盘试验方法》标准规范,对尺寸可变设计的金属材料托盘进行了试验测定<sup>[15]</sup>,结果表明,托盘具有较好的承载性和安全性。该托盘尺寸可变设计方案得到了行业专家的肯定,专家们也对产品的市场前景给予了很好的预期。

## 4 尺寸可变金属材料托盘的市场前景

伴随着产业转型升级,互联网+、物联网、大数据、云计算等发展加快了中国经济发展的转型。对于物流领域的发展,提高效率是发展的关键和目标,解决物流设备升级换代问题是发展的重中之重。事实也证明,只有高效的物流转运方式才能满足现代物流的发展。从另一个层面来讲,一个国家拥有的托盘总量以及相关的机械配套化水平可以直接决定其物流发展水平。先进发达国家的物流托盘化作业水平相当高,美国80%的商品贸易由托盘运载,欧盟商品贸易由托盘运载的比例超过80%,日本商品贸易由托盘运载的比例也已经达到77%,而我国不到10%。有资料显示,美国物流在交通运输上每花6.23美元,只需在装卸搬运上花1美元。我国物流在交通运输中每花2.37元就要在装卸搬运环节花费1元,因此,尺寸可变的金属物流托盘在物流活动中扮演着重要的角色,起着重要的作用,可以预见它的市场前景会越来越好。

## 5 结语

衡量一个国家的物流现代化水平,托盘拥有量、生产能力及其设计研究水平是一个重要的标志。随着

经济全球化进程的不断加快和“一带一路”战略的深入推进,国际贸易和国际物流快速发展,托盘的使用量与日俱增,托盘作业的效率 and 托盘标准化程度要求越来越高;而且托盘不仅运用于物流活动中,也运用于生产活动中,乃至整个产业链运营中,因此开展托盘应对不同环境下的创新设计研究和应用研究更有积极的意义。

### 参考文献:

- [1] 吴清一. 中国托盘手册[M]. 北京: 中国财富出版社, 2014.  
WU Qing-yi. China Pallet Manual[S]. Beijing: China Fortune Press, 2014.
- [2] 李明照, 段沛佑. 我国托盘共用循环体系发展现状及其制约因素研究[J]. 物流工程与管理, 2016, 38(4): 7—9.  
LI Ming-zhao, DUAN Pei-you. Research of China Pallet Pool Circulation System Development Present Situation and Restriction Factors[J]. Logistics Engineering and Management, 38(4): 7—9.
- [3] 刘艳霞. 共享物流下的企业托盘共用问题及发展建议[J]. 物流科技, 2017, 40(10): 16—18.  
LIU Yan-xia. Problems and Development Suggestions on Pallet Sharing Between Enterprises under Shared Logistics[J]. Logistics Sci-Tech, 2017(10): 16—18.
- [4] 杨菊花, 刘林忠, 陈光武. 一种新型可伸缩调节托盘的设计与实现[J]. 包装工程, 2016, 37(11): 115—121.  
YANG Ju-hua, LIU Lin-zhong, CHEN Guang-wu. Design and Implementation of a New Kind of Extensible Pallet[J]. Packaging Engineering, 2016, 37(11): 115—121.
- [5] 洪芳华, 朱利军, 顾逸峰, 等. 可调式两用钢制托盘的设计与应用[J]. 中国物流与采购, 2015(11): 74—75.  
HONG Fang-hua, ZHU Li-jun, GU Yi-feng, et al. Design and Application of Adjustable Dual-purpose Steel Pallet[J]. China Logistics & Purchasing, 2015(11): 74—75.
- [6] 李志强, 李俊, 刘方凯. 铝合金托盘有限元分析及优化设计[J]. 包装工程, 2018, 39(5): 126—131.  
LI Zhi-qiang, LI Jun, LIU Fang-kai. Finite Element Analysis and Optimum Design of Aluminum Alloy Pallet[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(5): 126—131.
- [7] 吴清一. 托盘标准化是实现国际供应链无缝对接的起点[J]. 物流技术, 2010, 27(4): 29—33.  
WU Qing-yi. Pallet Standardization is the Origination for the Seamless Docking of International Supply Chain[J]. Logistics Technology, 2010, 27(4): 29—33.
- [8] 唐英. 从托盘标准化到物流现代化[J]. 质量与标准化, 2014(12): 15—17.  
TANG Ying. From Pallet Standardization to Logistics Modernization[J]. Quality and Standardization, 2014

- (12): 15—17.
- [9] 高波. 试论我国推进托盘标准化的措施[J]. 中国研究, 2016(40): 196—197.  
GAO Bo. Discussion on the Measures to Promote the Standardization of Pallets in China[J]. China Research, 2016(40): 196—197.
- [10] 孙建明, 李昭, 杨婷, 等. 影响托盘标准化推广因素的探讨[J]. 包装世界, 2017(2): 22—24.  
SUN Jian-ming, LI Zhao, YANG Ting, et al. Discussion on the Factors Affecting the Standardization and Promotion of Pallets[J]. Packaging World, 2017(2): 22—24.
- [11] 李秀华, 殷辉, 董尹. “新常态”下单元化物流器具标准化的发展[J]. 物流科技, 2017, 40(10): 32—34.  
LI Xiu-hua, YIN Hui, DONG Yin. Development of Standardization of Unitized Logistics Equipment under the “New Normal”[J]. Logistics Sci-Tech, 2017, 40(10): 32—34.
- [12] 王世鹏, 顾学明. 建立适合我国国情的托盘循环共用系统[J]. 中国流通经济, 2014, 28(9): 21—27.  
WANG Shi-peng, GU Xue-ming. Research on Building a Returnable and Sharing Pallet System Suitable for China[J]. China Business and Market, 2014, 28(9): 21—27.
- [13] 朱云桦. 基于共享经济的托盘共用体系构建研究[J]. 物流科技, 2018, 41(3): 40—41.  
ZHU Yun-hua. Research on Pallet Sharing System Construction Based on Sharing Economy[J]. Logistics Sci-Tech, 2018(3): 40—41.
- [14] 刘小伟, 杨磊, 吴文娟. 国外托盘共用模式及其对我国的启示[J]. 铁道货运, 2015, 33(3): 47—51.  
LIU Xiao-wei, YANG Lei, WU Wen-juan. Foreign Pallet Sharing Model and Its Enlightenment to China[J]. Railway Freight, 2015, 33(3): 47—51.
- [15] 王艳菊, 陆佳平. 基于Ansys的托盘弯曲承载特性分析及试验验证[J]. 包装工程, 2012, 33(17): 23—26.  
WANG Yan-ju, LU jia-ping. Ansys-Based Analysis of Pallet Bending Performance and Its Experimental Verification[J]. Packaging Engineering, 2012, 33(17): 23—26.