

研究进展

塑料平托盘的研究进展

王久龙¹, 李华², 韩雪山³(1. 天津科技大学, 天津 300222; 2. 中国包装总公司, 北京 100027;
3. 中国包装科研测试中心, 天津 300457)

摘要: **目的** 综述塑料平托盘的现状与发展趋势。**方法** 通过介绍当前塑料平托盘的材料、加工工艺、结构形式及其生产技术现状, 以及托盘性能评价标准、传统力学和有限元分析方法在塑料平托盘性能研究上的应用, 综述了塑料平托盘性能的研究进展; 从塑料平托盘标准化、可视化、循环共用及修补技术等层面说明了托盘的发展趋势。**结果** 无论在塑料平托盘的生产制造层面, 还是在其性能分析研究上, 塑料平托盘的应用技术都有了很大进步。**结论** 塑料平托盘发展仍然存在不足, 还需要政府、应用行业及研究者的共同努力。

关键词: 塑料平托盘; 材料; 工艺; 性能; 研究进展

中图分类号: TB485.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2015)03-0140-07

Research Progress in Plastic Pallets

WANG Jiu-long¹, LI Hua², HAN Xue-shan³

(1. Tianjin University of Science & Technology, Tianjin 300222, China; 2. China National Packaging Corporation, Beijing 100027, China; 3. China Packaging Research & Test Center, Tianjin 300457, China)

ABSTRACT: To review the status and development trends of plastic pallets. By introducing the application materials, processing technology, structural style and the development of plastic pallet production technology for the current plastic pallets, as well as the application of pallets performance evaluation standards, traditional mechanics and finite element analysis methods in the performance study of plastic pallets, the research progress in the performance of plastic pallets was reviewed. The development trends of pallets were introduced from the aspects of plastic pallets standardization, visualization, recycling and repair technology. Great progress was achieved in the application technology of plastic pallets from both aspects of the production and manufacturing and the performance analysis study. The development of plastic pallets still has drawbacks, the improvement of which requires joint efforts of the government, the application industry and the research scholars.

KEY WORDS: plastic pallets; material; technology; performance; research progress

托盘的拥有量、生产技术的发展及其性能研究的深度, 是衡量一个国家物流水平的重要标志。在20世纪70年代出现的塑料托盘^[1], 因其具有质轻美观、防潮防腐、卫生环保、耐磨抗冲击、寿命长和可回收等特性, 成为现代运输和仓储的重要工具^[2]。随着近几十年来塑料托盘生产工艺、原料及结构等方面技术的创新, 具有良好性能的塑料托盘得到了人们的青睐, 网络电器商品销售的模式及国家政策的要求也加快了塑料托盘的发展。近几年, 塑料托盘已广泛应用于食

品、化工、机械、医药、汽车和烟草等领域^[3]。

1 塑料托盘的生产制造

1.1 生产原材料

塑料托盘生产中的原材料常用具有较大分子量的高密度聚乙烯(HDPE)、聚丙烯(PP)及回收料和功能性母料。

收稿日期: 2014-08-13

作者简介: 王久龙(1988—), 男, 黑龙江富锦人, 天津科技大学硕士生, 主攻运输包装技术及物流装备。

通讯作者: 韩雪山(1967—), 男, 北京人, 中国包装科研测试中心高级工程师, 主要研究方向为运输包装技术与包装测试。

HDPE是一种结晶度高、非极性的热塑性树脂,无毒、无味、无臭,且有良好的耐气候性、化学稳定性、刚性、韧性及机械强度^[4]。但与低密度聚乙烯相比,其耐老化性能和耐环境开裂性差,热氧化作用会使其性能下降。王正祥等^[5]人利用无机组合粒子的协同效应对HDPE进行增韧改性,在HDPE树脂中加入具有不同形状特征的滑石粉、碳酸钙粉体,能有效增强HDPE的拉伸强度和冲击韧性。王京刚^[6]利用气相聚合工艺选择合理的催化剂,开发出了注塑专用树脂HDPE DMDB-8916,该材料生产货运托盘的加工性及力学性能优异。

PP是一种半结晶的热塑性塑料。在五大通用塑料中PP历史虽短,却是发展最快的一种,与其他通用塑料比,其耐冲击性、机械性和耐酸碱性能优异,具有良好的综合性能^[7]。PP由于成型收缩率大、脆性高和缺口冲击强度低限制了其使用推广。张宇婷^[8]实验制备了PC-1催化剂及对PP等规度、分子量和分子量分布有影响的外给电子体,通过对外给电子体进行复配,发现PP的弯曲强度和弯曲模量可明显提高。黄丽红^[9]发明了一种滑石粉改性PP塑料,具有弹性模量高、强度高、热变形温度高和尺寸稳定性好等特点,适于注塑成型工艺。Drozdov^[10]等人对不同微观结构PP的力学性能进行了测试,得到了等规聚丙烯(iPP)和间规聚丙烯(mPP)性能的差异。在PP塑料中加入玻璃纤维(GF)的技术也有了很大的进展,刘宝臣^[11]等用取向平均法和层合板理论,计算说明了注射成型短纤维增强PP材料的强度和刚度较好。王恒兵^[12]对PP/GF制品的表面浮纤进行了研究,通过液晶高分子(LCP)和PP接枝马来酸酐(PP-g-MAH)共混改变玻纤取向,解决了玻纤外露现象,并得出GF取向对力学性能的影响。Van^[13]研究了在纵向剪切和横向载荷下玻纤增强PP的疲劳特性,对该材料的应用推广具有重要意义。

1.2 塑料托盘成型工艺

国内企业在塑料托盘的生产制造中,采用的生产工艺主要是注塑和吹塑成型^[14]。此外,还有真空吸塑成型、挤出成型、玻璃纤维共混及氮气注射等先进工艺制造的托盘。

注塑成型需要注塑量在10 kg以上的注射机及大型模具配套,注射机和模具的成本相对较高。采用注塑工艺生产的塑料托盘平整、光洁、挺括和密实。该方法可生产整体式和组合式的托盘,整体式塑料托盘生产模具相对较复杂,同时对注塑机锁模力要求较

大,组合式托盘是通过上、下等2套模具生产托盘上、下等2部分,再组装成型的,这种形式的托盘对注塑机的锁模力要求较低,需要2套模具,但模具的结构相对简单,其生产成本较整体式托盘低。注塑托盘的生产工艺见图1。Sun^[15]等人提出了一种预测和控制器,以保证塑料在注塑过程中的质量控制,并能有效地减少由于产品不可预见的故障和维修带来的损失。

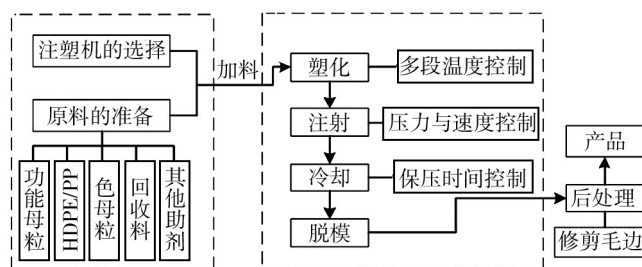


图1 注塑托盘生产工艺

Fig.1 Manufacturing technology for injection molding pallets

中空吹塑成型工艺简单、节省原料,一般采用HDPE经吹塑合模一次性生产成型。吹塑托盘相比注塑托盘的抗冲击性和低温性能更好。由于其本身中空结构,故货架承载的性能差,且不能配合地牛使用。中空吹塑托盘的规格一般较大,与标准托盘尺寸不同。吹塑托盘生产工艺见图2^[16]。对大量注塑和吹塑塑料托盘的试验中发现,注塑托盘发生大变形后,托盘的恢复性较吹塑托盘差。

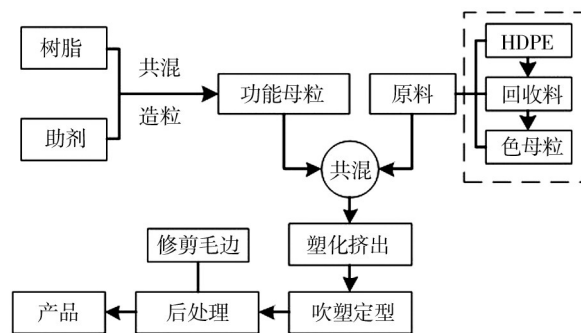


图2 中空吹塑托盘生产工艺

Fig.2 Manufacturing technology for hollow blow molding pallets

玻璃纤维增强工程塑料在汽车行业应用十分广泛,其质轻、高强度的特点逐渐被各行业认识,GF/PP共混托盘在物流业已逐步采用,托盘由多层连续纤维增强热塑性塑料预浸片,经过模具热压熔融、冷压冷却定型而成,其生产工艺^[17-18]见图3。

1.3 塑料托盘结构

塑料托盘主要由铺板、梁及垫块等结构组成。

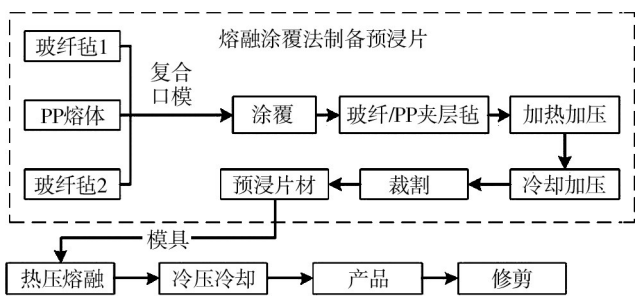


图3 玻纤共混托盘生产工艺

Fig.3 Manufacturing technology for glass fiber blending pallets

从铺板的结构来看,主要成型结构有网格、薄板、多梁组合及板网梁组合等形式,见图4。网格型托盘具有较好的防滑性能,但由于多孔结构导致其卫生性较薄板结构差。托盘的底部结构形式主要有九脚垫块型、川字型和田字型。九脚垫块型托盘普遍承载能力较低,多用于低频次的货物运输使用;川字型托盘使用范围广泛,既能用叉车搬运,又能用地牛搬运,货架承载能力较好;田字型托盘在货物堆码时的稳定性较其他结构好。目前,设计者设计托盘时多采用对称、垂直交叉结构的设计,托盘的结构形式较单一。借鉴桥梁及建筑的结构设计经验,采取梁的多角度交叉及拱形梁的设计是托盘结构设计的一个突破方向。

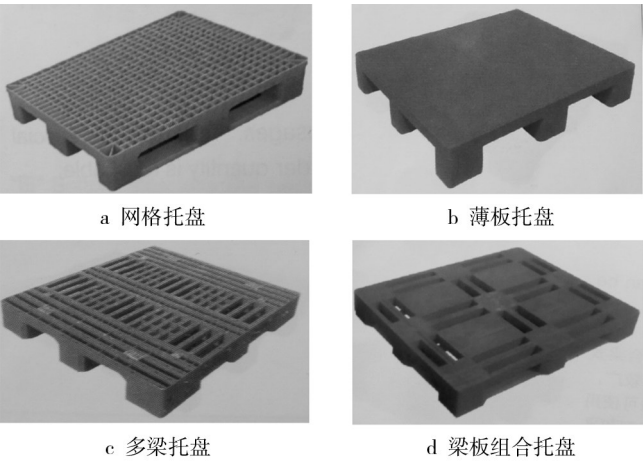


图4 塑料托盘结构形式

Fig.4 Structure of plastic pallets

2 塑料托盘性能研究现状

2.1 塑料托盘性能评价标准

托盘性能评价标准的目的是为了检测托盘

是否满足实际的被包装物和现实的物理条件对托盘性能的要求^[19]。国内现行对塑料托盘的检测标准主要有 GB/T 15234—94, GB/T 20077—2006, GB/T 4995—1996, GB/T 4996—1996 和 GB/T 27915—2011^[20—24]。国外的托盘检测标准 ASTM D1185—2009 和 ISO 8611—1:2011, ISO 8611—2:2011, ISO 8611—3:2011 在国内检测机构中应用较多^[25—28]。

托盘的检测标准种类繁多,很多托盘生产及使用企业对试验方法选择不够清晰。根据对中国包装科研测试中心来检托盘种类的统计,其中一次性塑料托盘检测较少,多为木质托盘及层基材托盘。GB/T 4995—1996 和 GB/T 4996—1996 在木托盘检测中的应用较多,塑料托盘的检测主要应用 GB/T 15234—94, ISO 8611 标准的应用呈上升趋势,其检测形式相对丰富,弥补了检测标准中载荷单一的弊端,但检测方法复杂、成本较高,限制了使用。ASTM D1185 中规定了托盘振动试验项目,这是其他标准中所没有的,在托盘实际转运过程中,由于振动原因造成的破坏也将是一个必要的研究点。

国家标准确定的性能要求过高,设计过度保守,不符合应用实际^[19]。近年来,国家有关部门也在不断更新托盘检测标准,新标准参照 ISO 8611 重新定义了试验项目名称并增加了试验项目,试验载荷形式、试验时间及加载设备等都有了新的规定。国家新标准《塑料吹塑平托盘》中明确定义了塑料吹塑平托盘检测项目及方法,解决了吹塑托盘测试标准缺少的问题。国家对托盘检测标准的重视推进了我国托盘产业的进步,但标准的推行还需要大量托盘企业的认可。

随着科技的发展,塑料修补技术也有了新的突破^[29—31],塑料托盘破损及修补相关标准的建立,是保证塑料托盘可持续发展的必要基础。目前,在国内的联运托盘租赁企业中,包精力、集宝、招商路凯等公司已经建立了其破损及修补规范,但从企业规范到国家标准的演变还需要大量的理论与实践经验。

2.2 传统力学分析方法

传统力学在塑、木托盘性能分析中的研究较多,曾珊珊^[32]等根据托盘静载和动载下的实验,总结出了托盘的力学性能校核公式,为设计节省了材料。易振^[33]建立了托盘铺板和横梁的力学模型,得到了其强度和刚度的承载条件。何为宏^[34]等建立了木托盘在集中常见工况下的受力模型,并确定了挠度方程。对于塑料托盘的传统力学分析研究相对较少,廖英杰^[35]提

出塑料托盘的粘弹性大挠度方程的基本假设,并得到在三维应力应变本构方程下,塑料托盘粘弹性大挠度变形的平衡方程,并得到了九脚平托盘和货架托盘的大挠度函数。基于塑料托盘不同使用情况下的力学模型建立及性能分析还需要进一步探讨。

2.3 有限元分析方法

随着有限元分析手段在国内外的应用,在托盘分析上有限元软件的应用有了很大进展。殷超^[36]利用ANSYS有限元分析软件,对磁体运输托盘分别进行冲击响应分析和随机振动分析,计算结果表明,磁体运输托盘的结构动力学性能,满足超导磁体在海上运输和装卸过程中的安全性要求。大量的学者对木质、木塑托盘的静力及结构层面进行了分析^[37-39],并取得很好的参考价值。李扬等^[40]通过Solidworks对托盘的结构进行了分析,并优化设计,得到了以安全系数为约束条件的托盘上连板的最优厚度。韩变玲^[41]等基于ANSYS Workbench对塑料托盘的静态试验进行了分析验证,对托盘的破损状态进行了评价。Ratnam^[42]基于有限元对油棕树增强复合材料托盘进行了分析,对比了有限元与实验中托盘不同截面的变形,结果吻合度较高。目前,塑料托盘有限元分析的准确性需要进一步考究,托盘在额定载合条件下使用时,其应力-应变的变化是否在线性区域并没有被证实,用单一的弹性模量进行分析,势必会造成分析结果的误差。

3 塑料托盘的发展趋势

托盘标准化是近年来热议的话题,但国内托盘标准化的步伐缓慢,自2002年中物联托盘标准化工作的启动到现在,我国社会上流通的托盘仍有30多种,符合国家标准托盘1200 mm × 1000 mm,1100 mm × 1100 mm规格的托盘比例仅为23%左右,我国进入托盘共用系统的托盘仅有800~900万片,而集宝公司和招商路凯公司占了90%^[43]。实现托盘的标准化,需要引导和推动物流设备(卡车、货架、集装箱、产品包装箱)及运输流程的标准化,这是一个浩大的工程,产品的更新换代需要大量的人力、物力和财力,需要政府协助制定和推广法律法规,建立沟通交流平台,推广标准化托盘的应用^[44]。

二维码标签和无线射频识别技术(RFID)^[45]的发展应用为托盘行业带来了新的契机,托盘生产企业在托盘内部植入二维码标签或RFID电子标签,并在

系统中写入托盘的编码,在托盘运输和仓储过程中通过服务器的读取,即可获取托盘的数量及信息。RFID技术的应用,可以有效提高物流作业效率,减少差错,并能对货物进行追踪,达到了可视化的效果,但电子标签读写服务器的高价格,限制了其在托盘用户中的使用。

发达国家通过建立托盘共用系统的方法对托盘进行管理和使用,该系统一般由托盘公司运作,将大量的托盘以租赁方式供使用托盘的企业使用,托盘运营公司通过建立多个托盘运营网点,对托盘回收和维护,其运营模式见图5。托盘循环共用系统的建立,可以显著提高物流效率并降低物流成本。近几年国外托盘公司在中国迅速建立托盘共用网络^[46],并抢先占有一席之地,中国托盘循环共用系统仍有较大发展空间。

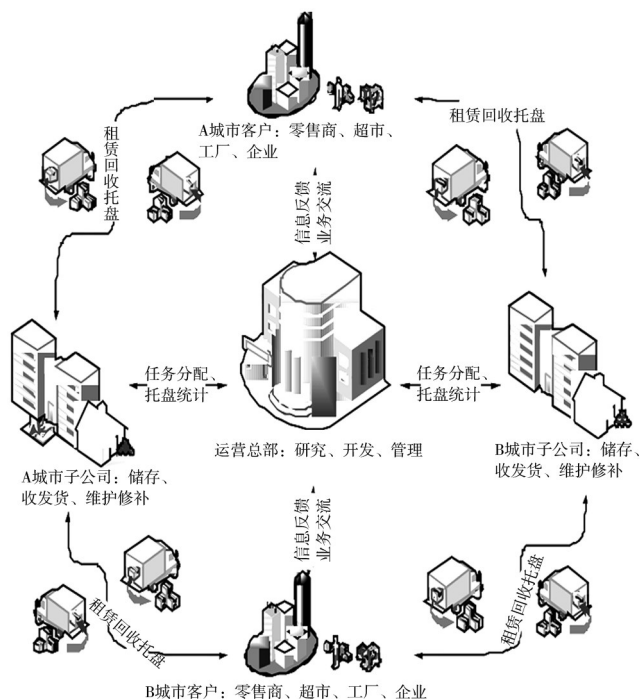


图5 托盘共用系统运营模式

Fig.5 Operating mode of pallet sharing system

4 结语

塑料托盘的研究与发展是物流业良性发展的基础,塑料托盘的使用是国家绿色可持续发展原则的践行。塑料托盘在生产制造及使用层面仍存在许多不足,有较大发展空间。企业用户对托盘标准化、可视化及循环共用的意识需要提高,在政府、企业及研究人员的共同努力下,我国托盘产业定会取得更大

的进步。

参考文献:

- [1] 黄晋辉. 塑料中空吹塑托盘研究[J]. 中国包装工业, 2014(8): 105—106.
HUANG Jin-hui. The Study on Plastic Blow Molding Pallets [J]. China Packaging Industry, 2014(8): 105—106.
- [2] 赵德平. 金属托盘积载、塑料托盘和冷冻箱式托盘介绍[J]. 物流技术装备, 2013(5): 64—67.
ZHAO De-ping. The Introduction of Metal Pallets Stowage, Plastic Pallets and Freezing Box Pallets[J]. Logistics Technology and Equipment, 2013(5): 64—67.
- [3] 物流技术编辑部. 塑料托盘逐渐占据托盘行业的主导地位[J]. 物流技术, 2012(4): 67—68.
Newsroom. Plastic Pallets Gradually Dominate the Pallets Industry[J]. Journal of Logistics Technology, 2012(4): 67—68.
- [4] 邵鹏程, 王雁玉. 高密度聚乙烯的研究及应用[J]. 塑料制造, 2011(4): 98—100.
SHAO Peng-cheng, WANG Yan-yu. The Research and Application of High Density Polyethylene[J]. Plastics Manufacture, 2011(4): 98—100.
- [5] 王正祥, 李文莲. 滑石粉等填充改性高密度聚乙烯的性能研究[J]. 包装学报, 2010(2): 11—13.
WANG Zheng-xiang, LI Wen-lian. Such as Talcum Powder filling Modification of High Density Polyethylene Performance study[J]. Packaging Journal, 2010(2): 11—13.
- [6] 王京刚. 高密度聚乙烯注塑专用料DMDB-8916树脂的开发与生产[J]. 广东化工, 2014(1): 39—41.
WANG Jing-gang. High Density Polyethylene Plastic Injection Development and Production of Special Material DMDB-8916 Resin[J]. Guangdong Chemical Industry, 2014(1): 39—41.
- [7] 司康. 塑料改性技术的发展在汽车上的应用[J]. 汽车与配件, 2014(28): 56—59.
SI Kang. The Development of Plastics Modification Technology Application in Automobile[J]. Automobile & Parts, 2014(28): 56—59.
- [8] 张宇婷. 高结晶聚丙烯的研究[D]. 兰州: 兰州交通大学, 2013.
ZHANG Yu-ting. High Crystallization of Polypropylene Research[D]. Lanzhou: Lanzhou Jiaotong University, 2013.
- [9] 黄丽红. 滑石粉改性聚丙烯塑料: 中国, 201210296945.3 [P]. 2014-03-12.
HUANG Li-hong. Talcum Powder Modified Polypropylene Plastics: China, 201210296945.3[P]. 2014-03-12.
- [10] DROZDOV A D, CHRISTIANSEN C, POTARNICHE C G. Cyclic Viscoelastoplasticity of Polypropylene: Effects of Crystalline Structure[J]. Springer-Verlag, 2011(3): 201—222.
- [11] 刘宝臣, 申长雨. 注射成型短玻纤增强PP微观结构及力学性能研究[J]. 工程塑料应用, 2009(6): 52—54.
LIU Bao-chen, SHEN Chang-yu. Research Injection Molding Short glass Fiber Reinforced PP Microstructure and Mechanical[J]. Engineering Plastics Application, 2009(6): 52—54.
- [12] 王恒兵. 聚丙烯/玻璃纤维复合材料浮纤改善及其结构性能研究[D]. 重庆: 重庆理工大学, 2012.
WANG Heng-bing. Research on the Improvement of GF Exposed phenomena on the Surface and Mechanical and Structure Properties of Glass Fiber Reinforced Polypropylene [D]. Chongqing: Chongqing University of Technology, 2012.
- [13] OEVER M, PEIJS T. Continuous Glass Fibre Reinforced Polypropylene Composites[J]. Composites, 1998(29): 227—239.
- [14] 邓巧云, 朱燕玲. 塑料托盘的制造技术及发展前景分析[J]. 塑料包装, 2010(20): 31—35.
DENG Qiao-yun, ZHU Yan-ling. Plastic Pallets Manufacturing Technology and Development Analysis[J]. Plastic Packaging, 2010(20): 31—35.
- [15] SUN Chin-huang, CHEN J H, SHEU L J. Quality Control of the Injection Molding Process Using[J]. Springer-Verlag London Limited, 2009(10): 63—70.
- [16] 黄晋辉. 塑料中空吹塑托盘研究[J]. 中国包装工业, 2014(8): 105.
HUANG Jin-hui. Plastic Blow Molding Pallets Study[J]. China Packaging Industry, 2014(8): 105.
- [17] 尚宇. 可变玻璃纤维增强反映注射成型工艺研究[D]. 南京: 南京理工大学, 2013.
SHANG Yu. Research on Variable Fiber Reinforced Reaction Injection Technology[D]. Nanjing: Nanjing University of Science and Technology, 2013.
- [18] 唐倬, 吴志华, 牛艳华, 等. 连续玻璃纤维增强塑料成型技术及其应用[J]. 塑料工业, 2003(6): 1—4.
TANG Zhuo, WU Zhi-hua, NIU Yan-hua, et al. Continue Fiber Reinforced Plastic Injectipn Technology and Application [J]. China Plastics Industry, 2003(6): 1—4.
- [19] 马步庄, 徐平, 彭国勋. 托盘国家标准的应用探析[J]. 中国包装工业, 2007(12): 29—30.
MA Bu-zhuang, XU Ping, PENG Guo-xun. The Application of National Pallets Standard Analysis[J]. China Packaging Industry, 2007(12): 29—30.
- [20] GB/T 15234—94, 塑料平托盘[S].
GB/T 15234—94, Plastics Flat Pallets[S].
- [21] GB/T 20077—2006, 一次性托盘[S].
GB/T 20077—2006, OneTrip Pallets [S].
- [22] GB/T 4995—1996, 联运通用平托盘 性能要求[S].

- GB/T 4995—1996, General-purpose Flat Pallets for through Transit of Goods—performance Requirements[S].
- [23] GB/T 4996—1996, 联运通用平托盘 试验方法[S].
GB/T 4995—1996, General-purpose Flat Pallets for through Transit of Goods—test Methods[S].
- [24] GB/T 27915—2011, 组合式塑料托盘[S].
GB/T 27915—2011, Assembled Plastic Pallets[S].
- [25] ASTM D1185—2009, Standard Test Methods for Pallets and Related Structures Employed in Materials Handling and Shipping[S].
- [26] ISO 8611—1: 2011, Pallets for Materials Handling—Flat Pallets—Part 1: Test Methods[S].
- [27] ISO 8611—2: 2011, Pallets for Materials Handling—Flat Pallets—Part 2: Performance Requirements and Selection of tests[S].
- [28] ISO 8611—3: 2011, Pallets for Materials Handling—Flat Pallets—Part 3: Maximum Working Loads[S].
- [29] 常明. 塑料模具激光精密修复技术的研究[D]. 广州: 华南师范大学, 2007.
CHANG Ming. Investigation of Laser Precise Repairing Technologies of Plastic Moulds[D]. Guangzhou: South China Normal University, 2007.
- [30] 郭小燕, 张津, 张叶成, 等. 表面技术在模具修复中的应用进展[J]. 表面技术, 2007(6): 70—76.
GUO Xiao-yan, ZHANG Jin, ZHANG Ye-cheng, et al. Surface Technology Application and Development in Mould and Die Repairing[J]. Surface Technology, 2007(6): 70—76.
- [31] 郑立胜, 代永朝, 曹正华. 复合材料微波胶接修补技术的研究及应用[J]. 航空制造技术, 2007(11): 93—96.
ZHENG Li-sheng, DAI Yong-zhao, CAO Zheng-hua. The Research on Composite Material Microwave Repair Technology[J]. Aeronautical Manufacturing Technology, 2007(11): 93—96.
- [32] 曾珊琪, 胡妍, 丁毅. 塑木托盘力学性能分析[J]. 包装工程, 2007, 28(10): 113—114.
ZENG Shan-qi, HU Yan, DING Yi. Plastic Wood Pallets Mechanics Performance Analysis[J]. Packaging Engineering, 2007, 28(10): 113—114.
- [33] 易振. 塑木复合托盘力学性能分析[D]. 广州: 暨南大学, 2009.
YI Zhen. Plastic Wood Composite Pallets Mechanics Performance Analysis[D]. Guangzhou: Jinan University, 2009.
- [34] 何为宏, 卢立新. 木质托盘铺板的受力分析与设计[J]. 包装工程, 2008, 29(2): 70—72.
HE Wei-hong, LU Li-xin. Wood Pallets Deck Force Analysis and Design[J]. Packaging Engineering, 2008, 29(2): 70—72.
- [35] 廖英杰. 线性粘弹性塑料托盘的大挠度特性与变形协调研究[D]. 杭州: 浙江工业大学, 2013.
LIAO Ying-jie. The Large Deflection Features and Deformation Coordination Research of the Linear Viscoelastic Plastic Pallets[D]. Hangzhou: Zhejiang University of Technology, 2013.
- [36] 殷超. 海运条件下超导磁体运输托盘力学性能分析[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2013.
YIN Jiu. Mechanical Properties Analysis of Superconducting Magnet Transit Pallet Under the Condition of Marine Transport [D]. Harbin: Harbin Institute of Technology, 2013.
- [37] 丁毅, 苏杰, 陈立民. 基于 ANSYS Workbench 的轻质托盘承载性能分析[J]. 包装与食品机械, 2012(30): 67—69.
DING Yi, SU Jie, CHEN Li-Ming. Static Analysis of Overall Wooden Pallet via ANSYS[J]. Packaging and Food Machinery, 2012(30): 67—69.
- [38] 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(9): 23—26.
WANG Yan-ju, LU Jia-ping. The Analysis and Test of Pallets Bending Performance Based on ANSYS[J]. Packaging Engineering, 2012, 33(9): 23—26.
- [39] 马卫静, 陈满儒, 李强. “利乐包”塑木托盘的有限元分析[J]. 包装工程, 2011, 32(1): 76—79.
MA Wei-jing, CHEN Man-ru, LI Qiang. The Finite Element Analysis of "Tetra Pak" Plastic Wood Pallets[J]. Packaging Engineering, 2011, 32(1): 76—79.
- [40] 李杨, 李光. 基于 Solidworks 的托盘结构有限元分析及优化设计[J]. 包装工程, 2011, 32(19): 1—4.
LI Yang, LI Guang. Pallets Structure Finite Element Analysis and Optimization Design Based on Solidworks[J]. Packaging Engineering, 2011, 32(19): 1—4.
- [41] 韩变玲, 卢立新, 余渡元, 等. 塑料托盘的有限元分析及实验验证[J]. 包装工程, 2014, 35(9): 52—55.
HAN Bian-ling, LU Li-xin, YU Du-yuan, et al. Plastic Pallets Finite Element Analysis and Test[J]. Package Engineering, 2011, 35(19): 52—55.
- [42] RATNAM M M, LIM J H, RATNA M M, et al. Study of Three-dimensional Deformation of a Pallet Using Phase-shift Shadow Moiré and Finite-element Analysis[J]. Society for Experimental Mechanics, 2005(1): 9—17.
- [43] 中国物流采购联合会. 关于推行标准化托盘利用的政策建议[N]. 现代物流报, 2014-06-20(A02).
CFLP. The Policy Recommendations about Standardization Pallet Using[N]. Modern Logistics, 2014-06-20(A02).
- [44] 李子晨. 标准化托盘循环应用进入快车道[N]. 国际商报, 2014-05-14(A08).
LI Zi-chen. Standardized Pallet Recycling into the Fast Lane [N]. International Business Daily, 2014-05-14(A08).

- [45] GARY M, GAUKLER, RALF W S. Applications of RFID in Supply Chains[J]. Trends in Supply Chain Design and Management, 2007(13):29—48.
- [46] 江宏. 中国托盘事业的起锚[J]. 物流技术与应用, 2010(4): 32—36.
- JIANG Hong. The Starting Point of China Pallet Industry[J]. Logistics Technology & Application, 2010(4):32—36.
-
- (上接第 112 页)
- Watermark Based on Image Content[J]. Packaging Engineering, 2012, 33(21):94—97.
- [3] 顾振宇, 袁野, 张国锋. 基于掩蔽效应和抖动调制的盲水印方案[J]. 包装工程, 2013, 34(15):114—119.
- GU Zhen-yu, YUAN Ye, ZHANG Guo-feng. Blind Watermark Scheme Based on Masking Effect and Dither Modulation [J]. Packaging Engineering, 2013, 34(15):114—119.
- [4] 汪微, 唐波, 王夫清. 基于傅里叶变换域全息数字水印算法研究密算法研究[J]. 包装工程, 2013, 34(19):42—45.
- WANG Wei, TANG Bo, WANG Fu-qing. Watermarking Encryption Algorithm Based on Fourier-domain Digital Holographic[J]. Packaging Engineering, 2013, 34(19):42—45.
- [5] 刘长鑫, 刘真, 杨晟炜. PSNR在网目调数字图像质量评价中的应用研究[J]. 包装工程, 2012, 33(7):32—36.
- LIU Chang-xin, LIU Zhen, YANG Sheng-wei. The Application and Research of PSNR in Digital Image Quality Evaluation[J]. Packaging Engineering, 2012, 33(7):32—36.
- [6] 王洋, 左平. 一种基于最大后验概率与图像局部统计量的磁共振图像去噪模型[J]. 吉林大学学报:理学版, 2013, 51(2):289—293.
- WANG Yang, ZUO Ping. Magnetic Resonance Images Denoising Model Based on Maximum a Posteriori Probability and Image Local Statistics[J]. Journal of Jilin University: Natural Science, 2013, 51(2):289—293.
- [7] 洪逸飞, 姚琦敏, 张贻雄. 一种基于 MAP 的图像超分辨率重建算法[J]. 电视技术, 2014, 38(7):20—25.
- HONG Yi-fei, YAO Qi-min, ZHANG Yi-xiong. Super-resolution Image Reconstruction Algorithm Based on MAP[J]. Video Technology, 2014, 38(7):20—25.
- [8] 丁灿, 曲长文, 杨俭. 基于贝叶斯估计的改进 Contourlet 变换的 SAR 图像滤波[J]. 数据采集与处理, 2013, 28(6):2—8.
- DING Can, QU Chang-wen, YANG Jian. SAR Image Filter Based on Improved Contourlet Transformation of Bayesian Estimation[J]. Data Acquisition and Processing, 2013, 28(6):2—8.
- [9] NIKOLOV M. Model Distortions in Bayesian MAP Reconstruction [J]. Inverse Problems and Imaging, 2007, 1(2):399—422.
- [10] SCHMIDT U, SCHELLEN K, ROTH S. Bayesian Deblurring with Integrated Noise Estimation[J]. Computer Vision and Pattern, 2011, 28(25):2625—2632.
- [11] CHEN D Q, CHENG L Z, DU X P. Fast Poissonian Image Segmentation with a Spatially Adaptive Kernel[J]. Optik—International Journal for Light and Electron Optics, 2014, 125(4):1507—1516.
- [12] BHATNAGAR G, JONATHAN Q M WU. Human Visual System Inspired Multi-modal Medical Image Fusion Framework [J]. Expert Systems with Applications, 2013, 40(5):1708—1720.
- [13] LEVIN A, WEISS Y, DURAND F. Understanding and Evaluating Blind Deconvolution Algorithms[J]. Expert Systems with Applications, 2009, 40(5):1964—1971.
- [14] SIMCOX T, FIEZ J A. Collecting Response Times Using Amazon Mechanical Turk and Adobe Flash[J]. Behavior Research Methods, 2014, 48(1):95—111.
- [15] MARTIN D, FOWLKES C, TAI D. A Database of Human Segmented Natural Images and Its Application to Evaluating Segmentation Algorithms and Measuring Ecological Statistics[J]. Computer Vision, 2001, 2(8):416—423.

欢迎订阅 欢迎投稿