

# 基于 ISO 8611 实验研究木托盘构件尺寸对性能的影响

王久龙<sup>1</sup>, 韩雪山<sup>2</sup>, 陈志强<sup>2</sup>

(1. 天津科技大学, 天津 300222; 2. 中国包装科研测试中心, 天津 300457)

**摘要:** **目的** 分析 ISO 8611—2011 检测技术, 研究木托盘垫块和底铺板尺寸的变化对木托盘性能的影响。**方法** 基于 ISO 8611—2011 对 2 种垫块和底铺板尺寸不同的木制平托盘进行气囊弯曲试验、垫块冲击试验和底铺板冲击试验。**结果** 托盘气囊弯曲试验中的平均变形量分别为 8.36 mm 和 9.05 mm, 极限载荷平均值分别为 4840.4 kg 和 4739.8 kg, 垫块冲击试验中的平均冲击次数分别为 2.9 次和 9.3 次, 底铺板冲击试验中的平均冲击次数为 5.2 次和 4.5 次。**结论** 在托盘垫块受到冲击时, 其抗冲击能力受中间垫块的尺寸和垫块与铺板连接的钉子数量及钉子排列方式的影响较大。

**关键词:** 托盘检测; ISO 8611; 弯曲性能; 抗冲击性能

**中图分类号:** TB485.3; TB487

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1001-3563(2014)07-0039-05

## Analysis of Effect of Component Size on the Performance of the Wood Pallet Based on ISO 8611

WANG Jiu-long<sup>1</sup>, HAN Xue-shan<sup>2</sup>, CHEN Zhi-qiang<sup>2</sup>

(1. Tianjin University of Science & Technology, Tianjin 300222, China;

2. China Package Research Test Center, Tianjin 300457, China)

**ABSTRACT:** **Objective** To analyze ISO 8611—2011 detection technology, and study the influence of the dimension of block and bottom deck on the performance of the wood pallet. **Methods** Air-bag bending test, block impact test and bottom deck impact test were performed for the test pallets with different dimensions of pallets block and bottom deck based on ISO 8611—2011. **Results** In the air-bag bending test, the average deformations were 8.36 mm and 9.05 mm, respectively, and the average ultimate loads were 4840.4 kg and 4739.8 kg, respectively. In the block impact test, the average impact times were 2.9 and 9.3, respectively. In the bottom deck impact test, the average impact times were 5.2 and 4.5, respectively. **Conclusion** The experiments indicated that the middle block dimensions and the number of nails connecting the block with the deck and the nail arrangement had strong influences on the impact resistance of the pallet when the block was impacted.

**KEY WORDS:** pallet test; ISO 8611; bending performance; impact resistance

托盘是一种集生产运输、物流周转和贮存展示等多功能为一体的现代化交通辅助工具,为机械化操作提供了很大的便利性和效率性,是衡量一个国家物流水平的重要标志<sup>[1]</sup>。随着物流行业的发展,托盘的材料也在不断创新,但木制托盘仍占据主导地位<sup>[2]</sup>,木制托盘的理论研究也更加深入<sup>[3-4]</sup>。托盘的检测标准体系也在不断更新,它是托盘循环共用系统建立的

保障。ISO 8611—2011 是目前对托盘检测项目相对全面、方法相对准确可靠的托盘检测标准。

### 1 ISO 8611—2011 介绍

ISO 8611—2011 由 3 部分组成,即 ISO 8611—1:2011《平托盘的试验方法》,ISO 8611—2:2011《平托



同,托盘长方向中间顶铺板与其下面的垫块和底铺板钉接时钉子的数量不同。

## 2.2 气囊弯曲试验

### 2.2.1 试验条件

分别对 5 个 A 型托盘和 5 个 B 型托盘进行气囊弯曲试验,试验方法参照 ISO 8611—2011。试验加载设备为法国 SEREME 动态压力机,加载速度为 12.7 mm/min,最大加载力为 100 kN。测量变形量设备为百分表,精度为 0.01,加载气囊可承受的最大压强为 20 MPa。试验环境温度为 25 ℃,相对湿度为 46%。试验托盘的含水率在 11.2 ~ 14.0 之间,试验照片见图 2。



图 2 托盘气囊弯曲试验

Fig. 2 Air-bag bending test of pallet

### 2.2.2 试验结果与分析

A、B 型托盘抗弯试验的结果见表 1。通过试验结果对比发现,在 2 种类型托盘达到额定载荷时,托盘的变形量变化差别不大,2 种托盘的极限载荷也比较接近。这说明垫块尺寸的变化在 A、B 托盘垫块的尺寸差别范围内,对托盘的弯曲性能和极限载荷几乎没有影响,不会影响托盘的使用。在极限载荷实验过程中发现,花旗松木制托盘被破坏是瞬间完成的,有效载荷立即降为极限载荷的 20% 以下。反应托盘有效载荷-时间关系曲线见图 3。

表 1 托盘气囊弯曲试验结果

Tab. 1 Air-bag bending test results

编号	A 型托盘			B 型托盘		
	额定载荷为 1500 kg 的变形量/mm		极限 载荷 /kg	额定载荷为 1500 kg 的变形量/mm		极限 载荷 /kg
	前	后		前	后	
1	7.80	7.95	4532	8.06	9.70	4735
2	8.75	9.60	4673	8.76	9.76	4794
3	8.96	8.19	4931	7.30	9.08	4868
4	7.65	7.36	4989	9.60	9.46	4705
5	9.23	8.13	4875	8.59	10.19	4597
平均	8.362		4840.4	9.05		4739.8

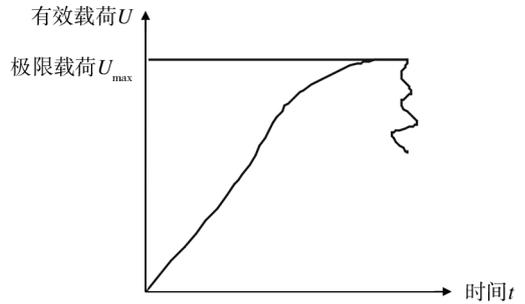


图 3 有效载荷-时间曲线

Fig. 3 Equivalent load vs time curve

## 2.3 垫块冲击试验

### 2.3.1 试验条件

取 A 型托盘和 B 型托盘样品各 5 个,参照 ISO 8611—2011 进行垫块冲击试验。试验仪器为斜面冲击试验机,型号为 XCH-01,冲击角度为 10°。冲击方向为托盘的长方向。试验时每个托盘的配重为 249 kg。冲击速度按 0.89, 0.98, 1.07, 1.16, 1.25, 1.34, 1.43, 1.52, 1.61, 1.70 m/s (10 次) 的顺序进行冲击,直至托盘的任意部件破损程度达到影响托盘正常使用情况时终止试验。试验环境温度为 27 ℃,相对湿度为 48%。垫块冲击试验见图 4。



图 4 托盘垫块冲击试验

Fig. 4 Impact test for pallet blocks

### 2.3.2 试验结果及分析

A 型和 B 型托盘垫块冲击试验,冲击次数见表 2。通过对比发现,托盘垫块尺寸的改变使冲击次数产生较大的变化,B 型托盘的抗冲击强度明显大于 A 型托盘。在进行托盘垫块冲击试验过程中,可以发现 A 型托盘的损坏一般是托盘长方向中间垫块沿着木材年轮的平行方向发生断裂,而托盘长方向边缘垫块并未发生影响托盘使用的破损;B 型托盘的破损形式一般是垫块位置发生移动,判定标准是当垫块移动的最大距离超过 12.7 mm 时为失效。由于垫块不断受

到冲击,导致连接铺板和垫块的钉子失稳,所以垫块会发生移动,2种托盘的失效形式见图5。

表2 托盘垫块是失效冲击次数

Tab.2 Test results on impact times of pallet block

托盘编号	1	2	3	4	5	平均
A型托盘	a面	a面	a面	a面	a面	2.9次
	3次	1次	4次	3次	3次	
	b面	b面	b面	b面	b面	
B型托盘	a面	a面	a面	a面	a面	8.3次
	6次	6次	7次	9次	7次	
	b面	b面	b面	b面	b面	
	7次	6次	11次	10次	4次	



a A型托盘



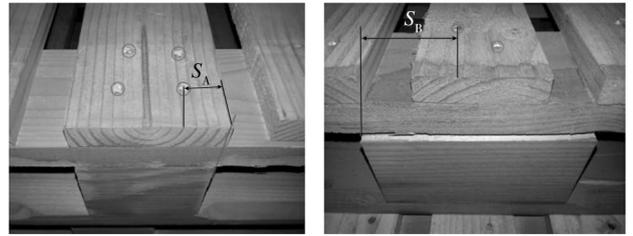
b B型托盘

图5 托盘受冲击失效的形式

Fig.5 Failure from impact

对比2种托盘的失效情况可以看出,A型托盘的破损严重程度要大于B型托盘,这进一步说明,改进的B型托盘抵抗冲击的能力更强。在A型托盘中间垫块上的布钉方式和B型托盘中间垫块上的布钉方式存在差异,A型托盘中间垫块上的钉子数量为4个,而B型托盘上为2个。测量发现A型托盘钉子距离垫块边缘的平均距离 $S_A$ 为19.1mm,钉间平均最小距离为17mm。B型托盘钉子距离垫块边缘的平均距离 $S_B$ 为63.3mm,钉间平均最小距离26.0mm,见图6。

钉子在钉入木材时会使木材产生微裂纹。在实际打钉过程中发现,钉子数量越多,钉子之间的距离越小。钉子距离木材边缘越近,越容易造成木材的破裂,两托盘抵抗冲击能力的差异也会受到这些因素的



a A型托盘

b B型托盘

图6 托盘的布钉方式及钉子与垫块边缘的距离

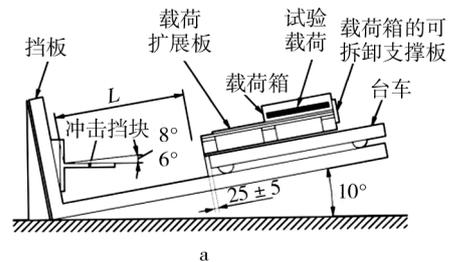
Fig.6 The nail arrangement and edge distance

影响。在ASTM D5764<sup>[11]</sup>标准中介绍了木质材料在紧固件为横向时进行加载的抗承压能力,在ASTM D5652<sup>[12]</sup>和ASTM D1761<sup>[13]</sup>中也都有对双剪连接试验的规定,而我国现代木结构发展的时间较短,销钉类紧固件连接的试验方法几乎空白<sup>[14]</sup>。销钉连接会影响连接基材的性能,且直接影响到钉接产品的整体性能。

## 2.4 底铺板冲击试验

### 2.4.1 试验条件

该试验参考ISO 8611—2011中顶铺板边缘冲击试验的试验方法设计的(见图7)。该试验的目的是考察改变底铺板的尺寸,对托盘底铺板抗冲击性能的影响。试验中通过托盘长方向边缘底铺板中间位置与挡块冲击的次数得出结论。试验仪器为斜面冲击试验机,型号为XCH-01,冲击角度为10°。冲击方向



a



b

图7 底铺板冲击试验

Fig.7 Impact Test of bottom deckboard

为托盘的长方向,试验时每个托盘的配重为 100 kg。冲击速度与垫块冲击中规律相同。该实验的判定标准为,托盘长方向上的底铺板出现宽度方向上的完全断裂,或底铺板丢失达整个宽度的 1/3 以上,或底铺板与垫块连接的钉子完全拔出,上述情况任一种出现即终止试验。

#### 2.4.2 试验结果及分析

A 型和 B 型托盘底铺板冲击的试验结果见表 3,可以看出当托盘长方向底铺板的宽度从 100 mm 改变为 95 mm 时,托盘底铺板的疲劳冲击次数没有太大变化,不影响托盘的整体性能,但是当托盘底铺板宽度在 95 ~ 100 mm 区间变化时,其尺寸与耐冲击性能呈正相关。试验模拟的冲击形式相对更严酷一些,但更能反映托盘底铺板的极限疲劳冲击性能。终止试验的判定标准对结论的影响很大,标准的建立还需要长时间的探索试验与实际情况的统计对比得出。

表 3 托盘底铺板失效冲击次数

Tab.3 Impact times leading to failure of pallet bottom deckboard

托盘编号	1	2	3	4	5	平均
A 型托盘 冲击次数	a 面	a 面	a 面	a 面	a 面	5.2 次
	8 次	8 次	6 次	5 次	6 次	
	b 面	b 面	b 面	b 面	b 面	
B 型托盘 冲击次数	5 次	4 次	5 次	3 次	2 次	4.5 次
	a 面	a 面	a 面	a 面	a 面	
	4 次	5 次	6 次	6 次	5 次	
	b 面	b 面	b 面	b 面	b 面	
	5 次	5 次	3 次	4 次	2 次	

### 3 结语

从试验结果可以发现,在满足托盘静态试验极限载荷强度的情况下,B 型托盘的垫块对于抵抗动载荷冲击的能力明显高于 A 型托盘,A 型托盘和 B 型托盘底铺板的耐冲击次数变化不明显。综合整体性能来看,B 型托盘性能较优。从试验对比情况来看,在托盘受到垫块冲击时,托盘长方向中间位置的垫块受损程度较大,它抵抗冲击的能力对托盘整体抵抗冲击能力有很大的影响。

制造一个 A 型托盘,其垫块至少需要实木  $13.23 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ ,而制造一个 B 型托盘所有垫块至少需要实木  $12.31 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ 。这就意味着制造一个 B 型托盘比制造一个 A 型托盘节省木材  $0.92 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ 。每年我国

托盘总量以 2500 万个的数量增加,木质托盘占有 86%<sup>[15]</sup>,所以设计省料、高性能的托盘是托盘行业的发展趋势。

#### 参考文献:

- [1] 刘乘,吴莎. 货架托盘性能的研究与分析[J]. 包装工程, 2011,32(19):66—68.  
LIU Cheng, WU Sha. Study of Performance of Pallet Rack [J]. Packaging Engineering, 2011, 32(19): 66—68.
- [2] 杨世军,杨学春,尤浩田. 木托盘的发展前景及存在的问题研究[J]. 森林工程, 2013(2):135—138.  
YANG Shi-jun, YANG Xue-chun, YOU Hao-tian. Study of the Development Prospects and Existing Problems of Wooden Pallets [J]. Forest Engineering, 2013(2): 135—138.
- [3] 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—73.  
HE Wei-hong, LU Li-xin. Stress Analysis and Design of Wooden Pallet Deckboard [J]. Packaging Engineering, 2008, 29(2): 70—73.
- [4] 丁毅,刘雯. 基于 ANSYS 对木质托盘整体结构的静应力分析[J]. 包装工程, 2009,30(7):12—14.  
DING Yi, LIU Wen. Static Analysis of Overall Wooden Pallet via ANSYS [J]. Packaging Engineering, 2009, 30(7): 12—14.
- [5] ISO 8611—1:2011, Pallets for Materials Handling—Flat Pallets—Part 1: Test Method [S].
- [6] ISO 8611—2:2011, Pallets for Materials Handling—Flat Pallets—Part 2: Performance Requirements and Selection of Tests [S].
- [7] 丁涛. 压力蒸汽热处理对木材性能的影响及其机理 [D]. 南京:南京林业大学, 2010.  
DING Tao. Properties of Pressurized-steam-treated Wood Theoretical Research [D]. Nanjing: Nanjing Forestry University, 2010.
- [8] 李艳. 回收高密度聚乙烯\_HDPE\_瓶盖料抗老化性能的研究 [D]. 上海:华东理工大学, 2011.  
LI Yan. Research on the Aging Resistance of Recycled HDPE Bottle Caps [D]. Shanghai: East China University of Science and Technology, 2011.
- [9] 段海燕,贺小翠,尚大军,等. 纸质家具及其未来发展 [J]. 包装工程, 2008,29(6):197—199.  
DUAN Hai-yan, HE Xiao-cui, SHANG Da-jun, et al. Paper Furniture and Its Future Development [J]. Packaging Engineering, 2008, 29(6): 197—199.
- [10] ISO 8611—3:2011, Pallets for Materials Handling—Flat pallets—Part 3: Maximum Working Loads [S].

- 4—7.
- [4] 冯军,高德. 钙塑瓦楞复合纸板性能的实验研究[J]. 包装工程,2013,34(11):53—55.  
FENG Jun, GAO De. Experimental Study on Properties of Calcium Plastic Composite Corrugated Board[J]. Packaging Engineering, 2013, 34(11):53—55.
- [5] 孙振军,陈文奇,郑红艳. 瓦楞辊技术探析[J]. 包装工程,2005,26(3):83—85.  
SUN Zhen-jun, CHEN Wen-qi, ZHENG Hong-yan. Exploration of Corrugated Roller Technology[J]. Packaging Engineering, 2005, 26(3):83—85.
- [6] 郭彦峰,张燕,王家民. 瓦楞辊参数化设计及CAD系统[J]. 包装工程,2004,25(5):179—181.  
GUO Yan-feng, ZHANG Yan, WANG Jia-min. The Corrugated Roller Parametric Design and CAD System[J]. Packaging Engineering, 2004, 25(5):179—181.
- [7] 高玉根,王国彪,丁予展. 遗传算法在机械优化设计中的应用现状及展望[J]. 机械,2002,29(3):8—11.  
GAO Yu-gen, WANG Guo-biao, DING Yu-zhan. Present Station and Perspective of Genetic Algorithms Application in Mechanical Optimization Design[J]. Machinery, 2002, 29(3):8—11.
- [8] 吴德满. 瓦楞辊性能研究与应用(二)[J]. 中国包装工业,2001(9):33—40.  
WU De-man. Function Research & Application of the Corrugated Roller (Two) [J]. China Packaging Industry, 2001(9):33—40.
- [9] 黄孝成,廖道训. 瓦楞辊运动的确定性[J]. 湖北工业大学学报,2008,23(2):1—3.  
HUANG Xiao-cheng, LIAO Dao-xun. On the Determinacy of Corrugated Roller's Movement[J]. Journal of Hunan University of Technology, 2008, 23(2):1—3.
- [10] 周义军. 瓦楞辊的齿形设计[J]. 包装与食品机械,2007,25(4):17—19.  
ZHOU Yi-jun. Tooth Shape Design of Corrugate Roller[J]. Packaging and Food Machinery, 2007, 25(4):17—19.
- [11] 张蓬山. 瓦楞辊的齿形设计[J]. 包装工程,1998,19(3):34—35.  
ZHANG Peng-shan. Tooth Shape Design of Corrugate Roller [J]. Packaging Engineering, 1998, 19(3):34—35.
- [12] 智书平,王振林. 瓦楞辊的齿形设计[J]. 中国包装工业,1999(12):11—13.  
ZHI Shu-ping, WANG Zhen-lin. Tooth Shape Design of Corrugate Roller[J]. China Packaging Industry, 1999(12):11—13.
- [13] 孟建新. 以折楞率为设计目标的瓦楞辊齿形几何参数的设计程序[J]. 包装与食品机械,1996,14(1):15—18.  
MENG Jian-xin. The Designing Program about Geometry Data of Tooth Shape of Corrugate Roller that Take Design Aim at the Rolling over Rate of Corrugate [J]. Packaging and Food Machinery, 1996, 14(1):15—18.
- [14] GOLDBERG D E, HOLLAND J H. Genetic Algorithms and Machine Learning[J]. Machine Learning, 1988, 3(2):95—99.
- [15] HOLLAND J H. Genetic Algorithms [J]. Scientific American, 1992, 4:44—50.
- [16] 柯辉,周世堂. 单面瓦楞机高速瓦楞辊齿形参数的优化设计[J]. 湖北工学院学报,2000,15(1):10—13.  
KE Hui, ZHOU Shi-tang. The Variable Optimization of the Teeth Profile of High-speed Corrugating Pollor [J]. Journal of Hubei Institute of Technology, 2000, 15(1):10—13.
- [17] KOZA J R. Genetic Programming on the Programming of Computers by Means of Natural Selection [M]. Cambridge: MIT Press, 1992.
- [18] 雷英杰,张善文,李续武,等. MATLAB 遗传算法工具箱及应用 [M]. 西安:西安电子科技大学出版社,2005.  
LEI Ying-jie, ZHANG Shan-wen, LI Xu-wu, et al. Genetic Algorithm Toolbox and Its Application MATLAB [M]. Xi'an: Xi'an Electronic and Science University Press, 2005.

(上接第43页)

- [11] ASTM D5764—97a, Standard Test Method for Evaluating Dowel-Bearing Strength of Wood-Based Products[S].
- [12] ASTM D5652—95, Standard Test Methods for Bolted Connections in Wood and Wood-based Products[S].
- [13] ASTM D1761—06, Standard Test Methods for Mechanical Fasteners in Wood[S].
- [14] 王春明,刘一楠,孟黎鹏,等. 木结构销钉类紧固件连接试验方法简介[J]. 林业机械与木工设备,2011(11):28—32.  
WANG Chun-ming, LIU Yi-nan, MENG Li-peng, et al. A Brief Introduction to Test Methods for the Connections of Dowel Type Fasteners for Wood Structures[J]. Forestry Machinery & Woodworking Equipment, 2011(11):28—32.
- [15] 靳伟,孙熙军. 第二次全国托盘现状调研报告[J]. 物流技术与应用,2009(1):31—32.  
JIN Wei, SUN Xi-jun. The Second National Report On Pallet Status Quo Survey[J]. Logistics Technology and Application, 2009(1):31—32.