

# 钢丝捆扎箱研究综述

杨清桃, 王雪, 李晓刚

(北京林业大学, 北京 100083)

**摘要:** **目的** 为了探寻国外钢丝捆扎箱行业停滞不前,国内基本空白的的原因。**方法** 通过查阅文献、走访企业等形式,调查研究国内外钢丝捆扎箱的应用行业、市场占有率、研究开发及生产等现状。**结果** 指出了钢丝捆扎箱在材料来源、检验检疫、设计制造成本以及回收利用等方面存在若干问题,并对原因进行了分析。**结论** 结合目前存在的问题,提出了钢丝捆扎箱的四大未来发展趋势:人造板材广泛替代实木材料、箱体结构创新设计、计算机辅助优化设计系统开发以及钢丝捆扎箱配套制造设备及辅助工具的开发,并给出了一些具体的建议和策略,最后对钢丝捆扎箱未来发展前景做出了展望,指出必须解决关键问题,完善其他环节,钢丝捆扎箱行业才能越走越远。

**关键词:** 钢丝捆扎箱; 现状; 问题; 发展

**中图分类号:** TB485.3

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1001-3563(2014)01-0148-06

## Research Overview of Wirebound Box

YANG Qing-tao, WANG Xue, LI Xiao-gang

(Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

**ABSTRACT: Objective** In order to explore the reason why wirebound box industry came to a standstill overseas and was a basically virgin ground in China. **Methods** Through consulting document and visiting companies, the application, market share, research and manufacture of wirebound box at home and abroad were investigated. **Results** The existing problems such as source of materials, inspection and quarantine, design and manufacturing cost and recycle of wirebound box were put forward and the causes were analyzed. **Conclusion** The four developing trends were put forward: wood-based panels widely replaced solid wood materials, innovative structural design of wirebound box, CAD system development, manufacturing equipment and auxiliary tools development. Some specific suggestions and strategies were provided. Finally, the prospect of wirebound box in the future development were made: The key problems must be solved and other links must be improved, wirebound box industry can go far.

**KEY WORDS:** wirebound box; status; problem; development

钢丝捆扎箱是一种木质钢丝捆扎折叠式包装箱,木箱外表面设有多条固定在箱板上的铁丝,连接处均有相互连接的钢丝卡扣。钢丝捆扎箱结构简单、使用方便,可与多种包装材料结合使用。相比瓦楞纸箱,钢丝捆扎箱的抗压性能、防潮性能、堆叠性

能较好,可以循环使用,具有较高的性价比,适用于体积小、质量大物品的堆叠和储运(例如钢管、小型机械、汽车零部件、通信与电子设备等),以及农产品的储运周转。

从钢丝捆扎箱的研究和应用来看,国内外情况差

收稿日期: 2013-10-17

基金项目: 北京林业大学国家级大学生创新训练计划项目(201310022036)

作者简介: 杨清桃(1991—),女,湖南人,北京林业大学本科生,主攻运输包装。

通讯作者: 李晓刚(1977—),男,江西瑞昌人,北京林业大学讲师,主要从事包装机械、运输包装教学和研究。

异较大,由此,笔者就钢丝捆扎箱在国内外的研究现状做了分析,并针对目前存在的问题,提出了一些建议和策略,为钢丝捆扎箱在国内的发展做了一些积极的展望。

## 1 国内外钢丝捆扎箱现状

### 1.1 国外现状

早在20世纪初,钢丝捆扎箱在北美和欧洲等国家和地区就已出现,主要用于包装蔬菜、农作物等,占据了60%左右的市场份额。二次世界大战后,美国、加拿大等国家开始转向生产军事弹药钢丝捆扎箱。20世纪50年代以后,随着工业需求的快速增长,钢丝捆扎箱广泛应用于机电产品,拥有35%左右的市场占有量。

虽然钢丝捆扎箱具有良好的抗压性能,但是如果箱体不够牢固,当承受外界冲击而断裂时,内装物将会受到严重损坏。国外很多研究者就进一步提高钢丝捆扎箱强度和钢丝末端的拧结方式等问题做了很多研究,并提出了一系列的优化方案。

早期箱型的钢丝末端连接方式是将装订在箱子侧板上的钢丝两末端直接缠绕拧合来封盖箱体,这种连接方式在拧结过程中降低了整根钢丝的强度,导致循环使用效率低下,从而影响钢丝捆扎箱侧板之间连接的稳定性,增加了包装成本。

针对以上问题,John<sup>[1]</sup>在原有的基础上把钢丝末端回绕成环状,另外加一小段钢丝将两环拧结,完成侧板的封合。这种方式不会影响整根钢丝的强度,且拆装方便,相比额外增加的这一小段钢丝的成本,钢丝捆扎箱的循环使用次数所创造的价值更高。

Lee等人<sup>[2]</sup>通过调查发现当时的钢丝捆扎箱在箱档部位的连接多采用平接式,这种连接方式需要辅助钢钉的钉接来进行固定,不仅拆卸困难,而且连接强度较低,于是发明了一种可以快捷拆卸箱档的连接方式。这种连接方式的特点是把箱档的末端加工成直角楔形,通过两直角楔形相互配合来达到连接固定的作用,端档处加工成45°角,与箱档之间斜接。这种连接方式不仅节省了钢钉,节约了制造成本,而且拆卸快捷方便,提高了钢丝捆扎箱的重复使用率。

Julius<sup>[3]</sup>对箱档之间的连接方式做了进一步的研

究。把箱档两端分别加工成“凸”型和“凹”型结构,交错固定在侧板和顶板上,使相邻的箱档相互嵌合,从而达到连接固定的作用。这种连接方式具有节省钢钉、方便拆卸等优点。

Edward<sup>[4]</sup>和Julius<sup>[3]</sup>采用相同的箱档加工方式,但是后者设计的箱体侧板采用的是薄板,节约了原材料,降低了成本。为了提高侧板的连接强度,前者在侧板处固定大量箱档,每个侧板上固定7根,并且在箱档固定处都捆扎钢丝,其中在与两端板的连接处分别采用两根箱档来提高连接强度。Leslie<sup>[5]</sup>也采用凹凸连接侧板的方式。

Arthur<sup>[6]</sup>在保证连接强度的基础上发明了一种新型的箱档之间的固定方式,即把箱档两端加工为直角楔形,连续固定于侧板的上下两处,提高了钢丝捆扎箱的整体稳定性,增加了抗压强度,而且只需在侧板与端板的连接边缘处采用钢丝进行连接固定,节省了钢丝与钢钉的使用量。

Walter等人<sup>[7]</sup>侧重于研究侧板与箱档之间的钉接方式。之前的钉接主要采用普通钢钉,呈点式连接,钢钉使用量较大,且钢钉容易脱落造成箱档松动,从而影响侧板甚至整个箱子的稳定性。针对这个问题,研究者研究出了一种U型钉来取代普通钢钉,呈线段式连接,节省了大量的钢钉,且提高了箱档与侧板之间的连接强度。

Gus等人<sup>[8]</sup>设计出几种可以使侧板和端板灵活结合在一起且利于装卸货物的钢丝捆扎箱,其主要特点是将端板和侧板用两根钢丝连接,钢丝在端板处水平钉接,在侧板处交叉钉接,末端拧结可以采用在侧板中间拧结或端部拧结,而且均可以先装货再钉接,灵活方便。

为了确定钢丝捆扎箱是否满足危险货物的包装要求,美国军事国防弹药中心授权进行了一项测试<sup>[9]</sup>;基于美国军用标准<sup>[10]</sup>,将装有1~1/3夸脱金属罐的钢丝捆扎箱进行了跌落测试、堆码测试以及振动测试,测试结果表明该钢丝捆扎箱能够满足联合国对于特殊危险品高性能包装的所有要求。

国外钢丝捆扎箱广泛应用于水果、蔬菜、农作物以及军工机电产品。为了提高钢丝捆扎箱的抗压强度,降低成本,研究者们重点研究箱板连接方式、箱档连接方式、钢丝末端拧结方式,以及相应配套辅助工具的开发。经过多年的研究与实践,美国材料与试验协会对钢丝捆扎箱的使用范围、分类、材料与加

工、结构以及性能要求等方面进行了详细的说明,形成了较为完善的通用钢丝捆扎箱国际标准<sup>[11]</sup>。除此之外,美国国防部也制定了相关的军用标准,对用于弹药包装的钢丝捆扎箱等木质包装箱的应用、结构及性能要求等内容有详细的说明<sup>[12]</sup>。总之,国外钢丝捆扎箱的研究、设计及制造起步较早,经过近1个世纪的发展,已经形成了较为完善、系统、稳定的体系,相关标准和专利为后人的研究提供了良好的基础。

## 1.2 国内现状

由于我国森林资源匮乏,人均森林蓄积量为 $10\text{ m}^3$ ,远低于世界 $71.8\text{ m}^3$ 的平均水平,所以导致我国木质包装的研发与制造起步较晚,水平远落后于国外发达国家。

金潇明等人<sup>[13]</sup>较早开展了钢丝捆扎箱的研究。他们从力学角度分析了钢带捆扎对木箱强度的影响,得到钢带捆扎提高了木箱的承载能力减小了箱板厚度小的结论。他们还指出当时我国基本不使用这种方法的原因是不熟悉钢带捆扎木箱的方法和不重视力学性能分析。之后,我国基本无人再对钢丝钢带捆扎箱做进一步研究和开发。

目前,我国较为常见的木质包装容器主要是普通木箱、滑木箱、框架木箱、托盘等,每年用于机电产品包装的木材达 $1000\text{万 m}^3$ <sup>[14]</sup>。钢丝捆扎箱虽然占有一点市场份额,但只有苏州、无锡、金华等屈指可数的几个公司生产制造,且不是主要产品。由此可见,我国钢丝捆扎箱的研发几乎空白,即使有也大多采用国外流通的类型。2002年我国依据日本工业规范<sup>[15]</sup>,充分考虑了我国国情,发布了钢丝捆扎箱的国家标准<sup>[16]</sup>。该标准详细给出了钢丝捆扎箱的构造类型、拧扣方法、运输等级,并对钢丝捆扎箱的材料类型、尺寸偏差及表示方法给出了基本要求。该标准还详细地给出了钢丝捆扎箱的结构与尺寸,最后给出了封箱方法、工具、要求以及试验与检验方法。但国标中仅涉及一种类型的钢丝捆扎箱,不利于在全球范围内流通使用。

总而言之,钢丝捆扎箱在国内的研究和发展相对落后,即使有企业生产制造钢丝捆扎箱也是在国外产品和标准的基础上进行仿造,缺乏自主创新设计。钢丝捆扎箱在国内不受重视,国内市场无法打开,出口国外更是无从谈起。

## 2 钢丝捆扎箱存在问题

虽然国外钢丝捆扎箱研发生产起步较早,但20世纪50年代以后,钢丝捆扎箱的市场占有比例大大降低。目前美国等发达国家仍有很多企业在生产钢丝捆扎箱,但生产量远低于其他类型木质包装。经过分析发现钢丝捆扎箱在中国发展过程中存在以下问题。

### 2.1 森林资源有限

近几十年以来,自然环境日益恶劣,环境污染日趋严重,森林资源也越来越匮乏,全球森林面积总体上呈下降趋势。目前我国森林覆盖率为 $20.36\%$ ,只有世界平均水平的 $2/3$ ;人均森林面积为 $1450\text{ m}^2$ ,不足世界人均占有量的 $1/4$ ;人均森林储量为 $10.151\text{ m}^3$ ,只有世界人均占有量的 $1/7$ ,均低于世界平均水平,与林业发达国家相比差距仍然较大,我国森林资源仍然贫乏<sup>[17]</sup>。

### 2.2 受限于病虫害检验检疫

很多种森林病虫害可通过木质包装在国际间传播,一旦传播开来,将产生重大疫情,使企业和社会蒙受巨大损失。由此国际植物保护公约组织和我国都颁布了各自木质包装材料的相关管理准则<sup>[18]</sup>和检疫规定,要求木质包装材料在出入境前应进行检疫除害处理,并标注专用标识。

木质包装材料的检疫除害处理方法通常为化学熏蒸处理和热处理方法<sup>[19]</sup>。为保证有害生物的致死效果,必须严格执行相关标准,因此这些方法不仅会影响货物的质量,而且影响货物的包装、运输、进境成本以及通关速度。

### 2.3 回收利用难、成本较高

目前绝大多数木质包装箱在运输过程中以及开箱后,木质箱板被破坏,钢丝锁扣断裂,木箱无法重复利用。再加上我国木质包装材料回收利用的相关法律法规制度还不健全,较多的木包装箱在使用后被废弃,重复利用及回收难度大<sup>[14]</sup>,从而造成资源严重浪费,并提高了包装成本。

## 3 钢丝捆扎箱发展趋势

针对钢丝捆扎箱在国内外发展过程中存在的问

题,提出了钢丝捆扎箱在未来发展的趋势,给出了一些建议和策略。

### 3.1 人造板材的广泛应用

在全球木材日益稀缺的环境下,为了高效利用森林资源,保护生态环境,用人造板代替实木材料是未来发展的必然趋势。

目前,定向刨花板(OSB)、胶合板和单层积板材等人造板已成为发达国家木质包装的主要材料,广泛应用于包装托盘和包装箱。OSB因其原料优势和优异的力学性能,较之其他人造板而受到更多的关注<sup>[20-21]</sup>。

1) OSB以针叶材和软阔叶材为原料,来源广泛,利用率高达85%,极大地节约了资源。

2) 板材基本上保留了木材的天然特性,抗弯强度和防水性能优异。

3) OSB经过高温高压干燥处理后,各类病虫害均被全部杀死,是世界公认的“一级暴露”免检包装材料。

正因为具有以上这些优势,OSB自问世以来,北美和欧洲地区的产量保持持续稳定增长,进入21世纪后,产量急剧增加<sup>[20,22]</sup>。目前,我国已经把定向刨花板工业列入鼓励和重点推广扶持项目。在宏观调控和优惠政策支持下,在相关标准的指导下,我国定向刨花板工业将走上快速发展的道路,也必将推动节材代木包装材料市场的全面打开<sup>[23]</sup>。

### 3.2 结构创新设计

从国外钢丝捆扎箱发明专利可以发现,钢丝捆扎箱在结构上的发展趋势主要有4个方面。

1) 为了提高钢丝捆扎箱的重复利用率以及减少空箱闲置率和运输时所占空间,钢丝捆扎箱应借鉴现有木质包装箱的结构特点,注重可重复折叠性<sup>[24]</sup>、可拆装性<sup>[25-28]</sup>。钢丝捆扎箱可重复折叠堆放,两面侧板、底板和顶板用钢丝和钢钉连接,底板和前后两块端板用钢丝和钢钉连接,见图1。

2) 为了提高钢丝捆扎箱抗压性能,箱档采用榫连接方式,尽量避免采用平接和斜接,以减少钢钉用量,提高箱档之间的连接强度,见图2。

3) 为了进一步提高钢丝捆扎箱的重复利用率,并保证箱体的牢固程度和抗压强度,钢丝末端采用可重复拧结锁扣结构。

4) 采用可重复使用的带有托盘的钢丝捆扎箱,

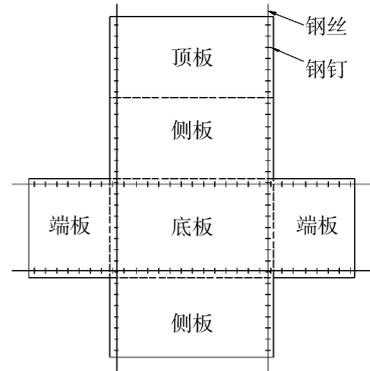


图1 可重复折叠堆放钢丝捆扎箱箱坯

Fig. 1 Repeatable folded and stacked wirebound box blank



图2 榫接式箱档

Fig. 2 Mortised cleats

即利用钢丝将普通托盘和钢丝捆扎箱捆绑在一起,或者将钢丝捆扎箱底板与托盘做成一体,再与侧板和端板用钢丝和钢钉装订成箱体。

### 3.3 计算机辅助优化设计系统

传统木箱设计<sup>[29-33]</sup>的计算过程繁杂琐碎,效率较低。随着计算机技术的快速发展,利用大型三维软件 Solidworks, Pro/E 以及编程语言 Visual Basic, Visual C++ 开发钢丝捆扎箱 CAD 系统<sup>[34-40]</sup>,结合 PHP 语言和 MySQL 数据库<sup>[40]</sup>,实现网络化服务,并借助专业有限元分析软件 ANSYS, ADINA 对木箱进行力学性能分析<sup>[39,41]</sup>,确保木箱满足抗压强度的前提下,所用材料和所占空间最小,从而实现钢丝捆扎箱最优的设计方案。总之,借助计算机技术,开发一套功能强大、完整成熟的钢丝捆扎箱三维参数优化设计系统是木箱设计的一个必然趋势,该系统同时具备三维可视功能与网络共享功能。

### 3.4 开发钢丝捆扎箱制造设备及辅助工具

近几年钢丝捆扎箱始终无法打开国内外市场,其中一个重要的原因是钢丝捆扎箱成形较困难复杂,箱子成本较高,其原因除了板材来源和设计过程之外,

还有钢丝捆扎箱制造设备的缺乏和落后等方面。如果由人工完成钢丝捆扎箱板坯的铺设排列、钢丝的排列定位、钢钉的装钉以及拧结封箱等工作,那么制作箱子的成形速度和效率较低,成本较高。由此,开发自动化程度高、结构简单、运转高效、操作方便的钢丝捆扎箱制造设备及辅助工具是未来钢丝捆扎箱发展的一个必然趋势。

#### 4 结语

纵观国外钢丝捆扎箱的研究发展历程与现状,虽然国外很早就开展了钢丝捆扎箱的研发设计与制造等工作,但随着资源与成本的问题日益显著,钢丝捆扎箱也逐渐被其他类型的木质包装所取代,甚至被完全取代,而国内钢丝捆扎箱的发展则基本空白。钢丝捆扎箱与框架木箱和滑木箱相比,结构更简单、抗压性能更好,在军工、机电以及农业等领域具有明显的优势,所以钢丝捆扎箱具有广阔的市场前景。鉴于森林资源和成本问题,钢丝捆扎箱想要回归市场,并占有一定份额,必须从多个方面、多个环节共同着手,解决当前存在的棘手问题,逐渐形成完善行业体系,为钢丝捆扎箱在国内发展打下良好的基础。

#### 参考文献:

- [1] JOHN S. Wirebound Box; US, 1033833 [P]. 1912-07-30.
- [2] LEE C S, ROSCOE S. Wirebound Box; US, 1123417 [P]. 1915-01-05.
- [3] JULIUS J M. Wirebound Box and Process of Manufacture Thereof; US, 1262688 [P]. 1918-04-16.
- [4] EDWARD A S. Wirebound Box; US, 1398606 [P]. 1921-11-29.
- [5] LESLIE M H. Wirebound Container; US, 1902560 [P]. 1933-08-01.
- [6] ARTHUR M H. Wirebound Box; US, 1284898 [P]. 1918-11-12.
- [7] WALTER F N. Wirebound Box or Crate; US, 1928133 [P]. 1933-01-05.
- [8] GUS L C. Wirebound Box; US, 2022538 [P]. 1932-04-28.
- [9] JERRY W B. Wirebound Box with 1-1/3 Quart DS2 Cans, Manufactured by Poly Research Corp United Nations (UN) Performance Oriented Packaging (POP) Test [R]. McAlester; U. S. Army Defense Ammunition Center, 2002.
- [10] MIL-P-51529—1996, Packaging of Decontaminating Agent. DS2 In 1-1/3 Quart Can and 5-Gallon Pail [S].
- [11] ASTM D 6573/D 6573M—2001, Standard Specification for General Purpose Wirebound Shipping Boxes [S].
- [12] MIL-DTL-46506E—2009, Detail Specification; Boxes, Ammunition Packing, Wood, Wirebound [S].
- [13] 金潇明, 汤伯森. 钢带捆扎对木箱强度的影响 [J]. 株洲工学院学报, 1994, 8(3): 3-10.  
JIN Xiao-ming, TANG Bo-sen. A Study of the Influence of Wire Binding on the Strength of Wooden Boxes [J]. Journal of Zhuzhou Institute of Technology, 1994, 8(3): 3-10.
- [14] 张方文, 于文吉. 木质包装材料的发展现状和前景展望 [J]. 包装工程, 2007, 28(2): 27-33.  
ZHANG Fang-wen, YU Wen-ji. Current Status and Development of Wood-based Packaging Materials [J]. Packaging Engineering, 2007, 28(2): 27-33.
- [15] JIS Z1407—1989, Wirebound Boxes [S].
- [16] GB/T 18924—2002, 钢丝捆扎箱 [S].  
GB/T 18924—2002, Wirebound Box [S].
- [17] 贾治邦. 中国森林资源报告—第七次全国森林资源清查 [M]. 北京: 中国林业出版社, 2009.  
JIA Zhi-bang. China's Forest Resources Report—the Seventh National Forest Resource Inventory Results [M]. Beijing: China Forestry Press, 2009.
- [18] ISPM 15—2009, Regulation of Wood Packaging Material in International Trade [S].
- [19] 伍艳梅, 黄荣凤, 吕建雄, 等. 木质包装检疫除害处理技术的研究进展 [J]. 木材工业, 2009, 23(1): 35-40.  
WU Yan-mei, HUANG Rong-feng, LYU Jian-xiong, et al. Introduction to Phytosanitary Treatment Technology for Wood Packaging Materials [J]. China Wood Industry, 2009, 23(1): 35-40.
- [20] 师振华, 周锐, 李百胜. 定向结构刨花板作为新型包装材料的前景展望 [J]. 科技创新导报, 2010(19): 124-125.  
SHI Zhen-hua, ZHOU Rui, LI Bai-sheng. Development of Oriented Strand Board as New Packaging Material [J]. Science and Technology Innovation Herald, 2010(19): 124-125.
- [21] 于文吉, 张方文, 吴大为. 定向刨花板市场应用和研究现状及新进展 [J]. 中国人造板, 2008(9): 1-5.  
YU Wen-ji, ZHANG Fang-wen, WU Da-wei. Current Situation and New Development of Oriented Strand Board [J]. China Wood-based Panels, 2008(9): 1-5.
- [22] 王雨. 北美地区人造板工业前景分析 [J]. 中国人造板, 2013(6): 35-36.  
WANG Yu. Prospect Analysis of Wood-based Panel Industry in North America [J]. China Wood-based Panels, 2013(6): 35-36.
- [23] 卫佩行, 周定国. 人造板机电包装材料应用现状及前景 [J]. 林业科技开发, 2012, 26(1): 13-16.  
WEI Pei-xing, ZHOU Ding-guo. Application Situation and

- Development of Wood-based Panels for Electromechanical Packaging Materials[J]. China Forestry Science and Technology, 2012, 26(1): 13—16.
- [24] 潘太文. 一种可折叠木质包装箱: 中国, 202686943U [P]. 2012-01-23.  
PAN Tai-wen. A Collapsible Wooden Case; China, 202686943U [P]. 2012-01-23.
- [25] 励盼攀. 木质包装箱: 中国, 201703642U [P]. 2011-01-12.  
GU Pan-pan. Wooden Case; China, 201703642U [P]. 2011-01-12.
- [26] 成铸. 钢带箱: 中国, 201961620U [P]. 2011-09-07.  
CHENG Zhu. Plywood Box; China, 201961620U [P]. 2011-09-07.
- [27] 张海明. 一种方便拆装式的框架包装箱: 中国, 202346028U [P]. 2012-07-25.  
ZHANG Hai-ming. A Easy-to-disassemble Wooden Framed Case; China, 202346028U [P]. 2012-07-25.
- [28] 端木传旭. 一种钢带箱: 中国, 202923998U [P]. 2013-05-08.  
DUAN MU Chuan-xu. A Plywood Box; China, 202923998U [P]. 2013-05-08.
- [29] 丁毅, 高雁, 曾珊珊. 木质包装箱结构优化设计[J]. 包装工程, 2005, 26(5): 131—135.  
DING Yi, GAO Yan, ZENG Shan-qi. Optimum Structural Design of Wooden Packaging Box [J]. Packaging Engineering, 2005, 26(5): 131—135.
- [30] 金仁钢, 金会栋. 出口防震运输木包装箱研究与设计[J]. 包装工程, 2008, 29(5): 58—59.  
JIN Ren-gang, JIN Hui-dong. Research and Design of Shockproof Transportation Wooden Packaging Box for Export [J]. Packaging Engineering, 2008, 29(5): 58—59.
- [31] 丁毅, 刘雯. 重载包装木箱端板结构分析[J]. 包装工程, 2009, 30(8): 50—51.  
DING Yi, LIU Wen. Structural Analysis of End-plate of Heavy Load Wooden Case [J]. Packaging Engineering, 2009, 30(8): 50—51.
- [32] 惠远鹏, 马占山. 重型木箱底座设计[J]. 中国包装, 2012(4): 54—58.  
HUI Yuan-peng, MA Zhan-shan. Heavy Wooden Case Base Design [J]. China Packaging, 2012(4): 54—58.
- [33] 惠远鹏, 马占山. 包装木箱堆码设计计算[J]. 中国包装, 2012(5): 50—53.  
HUI Yuan-peng, MA Zhan-shan. Stacking Design Calculation of Wooden Box Packaging [J]. China Packaging, 2012(5): 50—53.
- [34] 黄利强, 孙诚. 三维模拟计算机技术在木箱设计中的应用[J]. 株洲工学院学报, 2004, 18(5): 135—143.  
HUANG Li-qiang, SUN Cheng. Application of Computer Simulation Technology in the Design of Wood Container [J]. Journal of Zhuzhou Institute of Technology, 2004, 18(5): 135—143.
- [35] 毛兴, 张胜文, 童英红. 大型零件包装箱专用 CAD/CAE 系统的开发[J]. 江苏科技大学学报(自然科学版), 2006, 20(1): 69—72.  
MAO Xing, ZHANG Sheng-wen, TONG Ying-hong. Development of Special CAD/CAE System for Packing Case of Large Parts [J]. Journal of Jiangsu University of Science and Technology (Natural Science Edition), 2006, 20(1): 69—72.
- [36] 陈志强, 孙诚, 黄利强, 等. 基于 VC++ 和 OpenGL 实现运输木箱结构设计系统的研究[J]. 包装工程, 2007, 28(9): 52—54.  
CHEN Zhi-qiang, SUN Cheng, HUANG Li-qiang, et al. Study on Transport Wooden Case Structure Design System Based on VC++ and OpenGL [J]. Packaging Engineering, 2007, 28(9): 52—54.
- [37] 周家章, 朱伟中, 郭少丹. 框架木箱设计 CAD 系统的开发与实现[J]. 包装工程, 2008, 29(8): 94—96.  
ZHOU Jia-zhang, ZHU Wei-zhong, GUO Shao-dan. Development and Implementation of Wooden Framed Case CAD System [J]. Packaging Engineering, 2008, 29(8): 94—96.
- [38] 杨丹丹, 季忠. 基于 Solidworks 的滑木箱参数化设计[J]. 包装工程, 2009, 30(11): 16—19.  
YANG Dan-dan, JI Zhong. Parametric Design of Skid Wooden Box Based on Solidworks [J]. Packaging Engineering, 2009, 30(11): 16—19.
- [39] 舒祖菊, 彭国勋. 快装箱的静力学有限元模型参数的识别[J]. 安徽农业大学学报, 2010, 37(1): 179—182.  
SHU Zu-ju, PENG Guo-xun. Parameter Identification for Static FEM of Plywood Box [J]. Journal of Anhui Agricultural University, 2010, 37(1): 179—182.
- [40] 陈秀娟, 季忠, 吴子媛, 等. 基于 Web 的框架木箱 CAD 系统开发与实现[J]. 包装工程, 2011, 32(9): 58—61.  
CHEN Xiu-juan, JI Zhong, WU Zi-yuan, et al. Development and Implementation of Web Based CAD System for Framed Wooden Box [J]. Packaging Engineering, 2011, 32(9): 58—61.
- [41] 蔡丽娜, 王玉龙, 徐洁, 等. 框架木箱有限元受力分析[J]. 包装工程, 2010, 31(17): 13—15.  
CAI Li-na, WANG Yu-long, XU Jie, et al. Finite Element Analysis to Stress of Wooden Framed Box [J]. Packaging Engineering, 2010, 31(17): 13—15.