

包装托盘结构设计软件的开发

王梅

(广东工业大学, 广州 510006)

摘要: 利用 VB 和 AutoCAD 的二次开发功能,对物流运输包装中托盘结构设计软件进行了研发。利用 VB 的强大界面开发功能和参数化设计功能,通过加载 AutoCAD 的图形绘制功能,建立了 AutoCAD 的最高对象,开发了托盘结构设计软件。在该软件中,只需输入托盘的类型、规格、尺寸系列等信息,就可以完成托盘结构的设计、图形的绘制和尺寸的标注。

关键词: VB; 参数化设计; AutoCAD; 托盘结构设计

中图分类号: TB482; TB485.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2013)01-0056-04

Development of Structural Design Software of Packaging Pallet

WANG Mei

(Guangdong University of Technology, Guangzhou 510006, China)

Abstract: Pallet has been widely used for logistics and transport packaging. Based on VB and AutoCAD secondary development, structural design software of pallet was developed. The highest AutoCAD object was built using the powerful capabilities of VB programming in interface and parametric design and with the drawing functions of AutoCAD. The software can implement the configuration, drawings and size marking of pallet through inputting pallet information, such as types, specification, and dimension series. This software is substantial significance for design and application of pallet in contemporary logistics.

Key words: VB; parametric design; autoCAD; pallet structural design

集合包装是现代化的包装方法,是包装件物流合理化、科学化、现代化的方式之一。现代托盘是随着集装箱和集合包装而出现的一种新的物流技术。托盘是一种特殊的包装形式,通过在其上码放组合的包装件,并对包装件进行适当的捆扎和裹包,以利于机械装卸和运输^[1]。由于包装用托盘种类尺寸繁多,并且材料和性能各异,如果能将其设计过程实现参数化,会大大简化托盘的设计和使用。目前对于托盘结构设计的研究主要涉及到托盘结构有限元分析及优化设计、托盘结构及装载模式的设计等,本设计是基于 VB 和 AutoCAD 的二次开发的方法,获得现代物流包装中托盘结构设计的应用软件,使托盘的设计过程更加简便快捷。

1 包装托盘概述

托盘从产生初期仅作为与叉车配套使用的装卸工具,发展至现在已成为整个物流过程必不可少的一种物流工具和实现物流合理化的一个重要条件,包装托盘从材料、结构和尺寸规格上都有了很大的发展^[2]。

按照制作材料,托盘可以分为:木制托盘、纸质托盘、塑料托盘、金属托盘、复合材料托盘等,其中较常用的是木制、纸质和塑料托盘。对托盘使用材料进行选择时,需要综合考虑功能性、强度、刚度、耐用性及成本等方面的因素。

流通中的托盘规格很多,国际标准中制定了 6 种托盘的尺寸规格:1200 mm×1000 mm,1200 mm×800

收稿日期:2012-11-08

作者简介: 王梅(1974-),女,山西人,硕士,广东工业大学副教授,主要从事印刷包装工艺及设备、缓冲包装系统、包装结构设计等的教学与研究。

mm, 1219 mm×1016 mm, 1140 mm×1140 mm, 1100 mm×1100 mm, 1067 mm×1067 mm; 国家标准中制定了 2 种托盘的尺寸规格: 1200 mm×1000 mm 和 1100 mm×1100 mm。

托盘的结构形式有: 平托盘、柱式托盘、箱式托盘、罐式托盘、笼式托盘和特种专用托盘等^[2]。托盘的使用可以是一次性使用托盘、循环使用托盘、管内托盘和可交换托盘。包装箱在托盘上的堆码和固定也是在托盘使用中要考虑的主要问题之一。

2 托盘结构设计软件的开发

在托盘结构设计软件的开发过程中, 要确定软件的开发环境、功能界面设计、托盘数据结构、绘图环境设置和托盘模型绘制等几个主要方面的内容, 下面逐一进行介绍。

2.1 开发环境

基于 VB 和 AutoCAD 的二次开发有 2 种环境: 基于 VBA, 利用 AutoCAD 的宏以及其编辑器对 AutoCAD 进行二次开发; 基于 VB 对 AutoCAD 进行二次开发, 在 VB 开发环境下建立软件界面, 在界面启动时加载 AutoCAD, 即建立 AutoCAD 开发的 Application 全局类, 通过加载程序建立 VB 与 AutoCAD 的交互, 从而建立起 AutoCAD 的二次开发环境^[3-4]。使用第 2 种方法开发的是一个独立界面, 再通过界面去连接 AutoCAD, 更符合 AutoCAD 二次开发辅助设计和用户使用便捷性的要求。本设计软件就是基于这种方法进行开发。

2.2 功能界面设计

界面主要是为用户提供一个友好的辅助设计环境, 用户可以根据自己的设计意图和要求进行相关属性的配置。设计界面时必须了解和熟悉托盘的相关类型、参数和性质, 以确定各模块功能。本设计软件界面各个模块的布局见图 1。该界面主要有以下功能。

1) 参数确定功能。可根据托盘的材料情况、结构情况和规范化的要求, 设计出满足要求的托盘。

2) 设计功能。可根据承载要求对常用类型的托盘进行设计; 可对单面使用型托盘和双面使用型托盘进行设计。

3) 分析功能。可对设计出的木托盘进行分析。根据设计参数对设计出的托盘进行校核, 并根据托盘

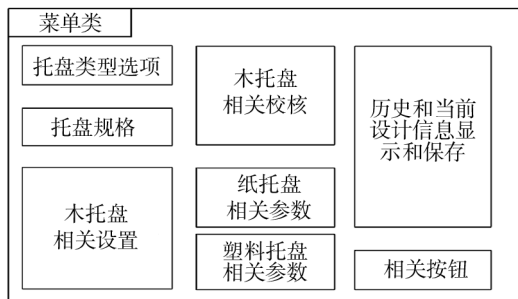


图 1 软件界面布局

Fig. 1 Layout of the software interface

满足刚度(挠度)要求的情况下, 计算其最大的承载量。

4) 管理功能。具有对相关设计数据进行管理的功能。管理功能面向各种设计的历史数据和当前数据, 方便用户查找历史设计信息, 主要包括托盘的类型、规格、相关的结构和校核结果等。

5) 绘图设置功能。可根据设计图纸的相关要求设置 AutoCAD 的各绘图图层, 包括图层名、线型、线宽和颜色等属性, 还有标注的样式设置, 如箭头大小和文字高度等;

6) 三视图功能。可根据设计的三维模型于图纸空间生成并标注三视图。

2.3 托盘数据结构

数据结构是程序总体框架, 数据的存储、运算借助一定的结构能取得更高的效率, 如数组、堆栈、散列、队列、数据字典、树、图等。

本软件开发前为 3 种主要材料的托盘建立了托盘信息的数据结构, 其中包含了托盘的各项设计参数和通过计算后得出的信息数据, 在不同的功能模块中只需去访问这个数据的结构就能得到此功能所需的信息。这减少了全局变量的规模, 为设计中的变量提供了管理和传递上的便利。此步骤是软件开发中重要的准备步骤, 在确定数据结构之前必须先了解开发对象的各项信息及其作用, 确定需要全局传递的信息。3 种不同材质托盘的数据结构^[5-8]见图 2。

2.4 绘图环境配置

软件需要在 AutoCAD 中绘图, 因此就涉及到 AutoCAD 图层的设置问题。软件开发中为用户提供了交互友好的图层设置界面, 把绘图常用的设置提取出来供用户使用, 其中包括图层名、线型、线宽和颜色, 还根据三视图的要求提供了标注层和虚线层的设置。图层设置界面见图 3。在图层设置时需要注意的是设置图层

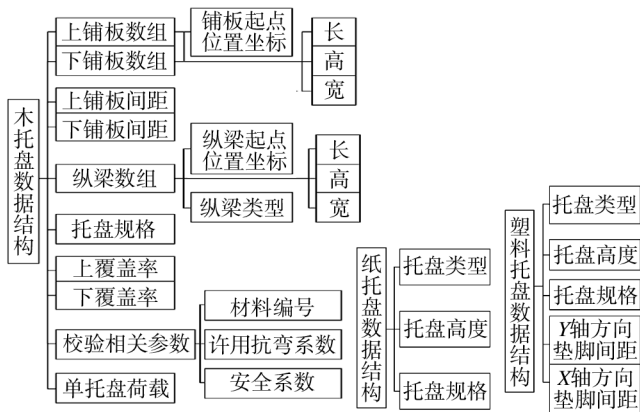


图2 常用托盘类型的数据结构示意

Fig. 2 Scheme for data structure of typical pallets



图3 图层设置界面

Fig. 3 Interface of layer settings

是否与 AutoCAD 中图层存在相同名称,为此,软件在图层设置中加入了图层检测的功能,以避免由于图层的重复命名而修改了有用图层的属性。

2.5 托盘模型绘制

模型的绘制是软件开发的关键步骤,其中包括托盘设计信息的获取、托盘各个部件的尺寸信息和位置信息的计算、绘制三维图和三视图以及托盘数据结构的运用与赋值。托盘三视图的生成是本软件的主要功能之一,能够正确反映托盘长、宽、高尺寸的正投影,并进行尺寸标注,更明确地体现出托盘的实际尺寸信息。在此过程中尤其需要注意数据的保存。托盘的三维图绘制得到的是其三维实体,为了进一步绘制托盘的三视图,需要保存托盘的各种数据,免去重复计算的过程,提高程序的运行效率。

3 托盘结构设计软件的应用

经过对各个模块的开发和集成,为软件建立了一个人机交互的友好界面,见图 4。下面对该托盘结构

设计软件的实际应用进行较为详尽地介绍。



图4 托盘结构设计软件界面

Fig. 4 Software interface of pallet structural design

3.1 托盘结构尺寸的设计

在软件启动后,可以通过菜单栏启动 AutoCAD,并对图层和标注样式进行设置。

进行托盘结构尺寸设计时,需要首先对托盘的类型和托盘的规格(国际标准和国家标准)进行选择,这些工作需要在软件主界面中完成。

如果使用的是木质托盘,需要对托盘的型号和尺寸系列进行选择,这是木托盘的 2 个重要参数。对木托盘进行性能校核后,可显示托盘的三维模型及其相关信息,三维模型生成后,可以在 AutoCAD 中显示标注了尺寸的托盘三视图,见图 5。

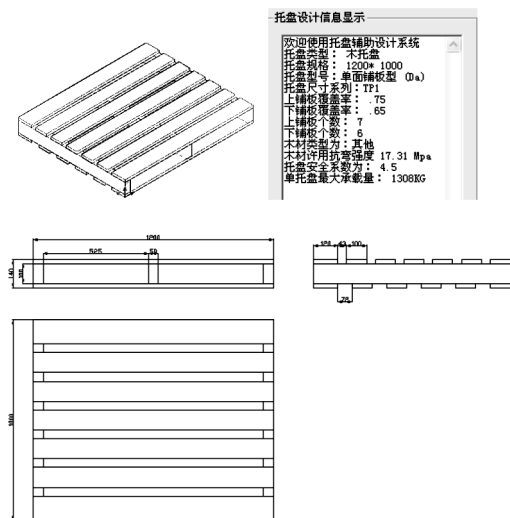


图5 木托盘的三维图、相关信息和三视图

Fig. 5 3D plot, related information and three-view of wooden pallet

如果选择的是纸托盘或塑料托盘,可通过选择托

盘类型和设置参数,分别得到托盘的三维图和三视图,示例见图6和7。

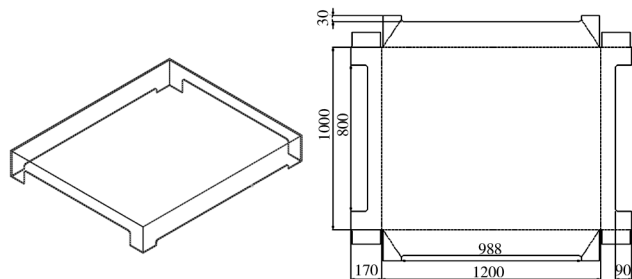


图6 纸托盘的三维图和三视图(mm)

Fig. 6 3D plot and three-view of paperboard pallet

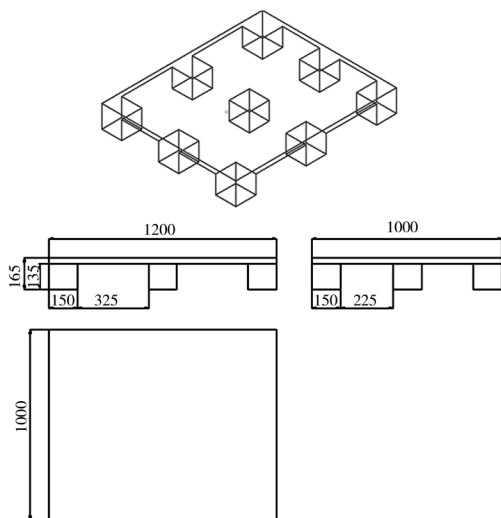


图7 塑料托盘的三维图和三视图(mm)

Fig. 7 3D plot and three-view of plastic pallet

3.2 托盘强度分析

软件重点对木质托盘的强度进行分析。影响木质托盘力学性能的主要因素有托盘的结构和材料、环境条件、托盘的载荷形式和支撑形式等。对其进行受力分析,得到铺板和纵梁的强度条件^[5]分别为:

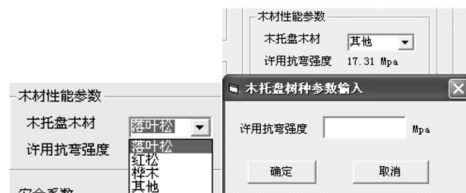
$$\sigma_{\max} = \frac{3WL}{4(b_1h_1^2 + b_2h_2^2)} \leq [\sigma]$$

$$\sigma_{\max} = \frac{3Wl_2}{4b_3h_3^2} \leq [\sigma]$$

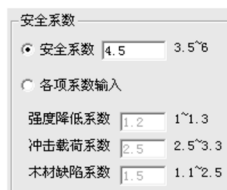
式中:[σ]为材料的许用抗弯强度; W 为托盘的承载能力; b_1, b_2, b_3 分别为上铺板、下铺板和纵梁的宽度; h_1, h_2, h_3 分别为上铺板、下铺板和纵梁的厚度; L 为上、下铺板的有效长度; l_2 为纵梁的有效长度。

软件设计时首先考虑用户选择材料的许用抗弯强度,该参数决定了托盘的承载能力。例如:常用材

料有落叶松(抗弯强度为 17.31 MPa)、红松(抗弯强度为 11.84 MPa)、桦木(抗弯强度为 17.92 MPa)等,用户也可以输入使用材料的抗弯强度,见图 8a。



a



b

木材类型为:落叶松
木材许用抗弯强度 17.31 Mpa
托盘安全系数为: 4.5
单托盘最大承载量: 1308KG

c

图8 托盘的强度分析

Fig. 8 Analysis of the pallet strength

在计算托盘的许用承载量时还应充分考虑材料、结构的各种不确定因素,为托盘设计安全系数 K ,该安全系数由强度降低系数 K_1 、冲击载荷系数 K_2 和木材缺陷系数 K_3 构成。一般为 K_1 为 1.1 ~ 1.33, K_2 为 2.5 ~ 3.3, K_3 为 1.1 ~ 2.5。安全系数的设置见图 8b。

根据用户设计托盘的数据和确定的参数,利用强度计算公式,可以对托盘的最大承载能力进行计算,供用户参考,见图 8c。

4 结论

软件主要针对木托盘、纸托盘和塑料托盘的结构进行设计,在参数化的基础上,可以得到托盘的三维效果图、标注尺寸的三视图和相关的设计数据,并对木托盘进行了强度设计方面的考虑。木托盘动力学振动因素的校核和纸托盘、塑料托盘的力学性能方面的研究有待进一步开展。在软件开发的基础上,如加入用户自主设计的模块,软件的功能会更强大、应用范围会更广。

参考文献:

- [1] 维洁,郭彦峰,王家民. 托盘包装的现状与发展趋势[J]. 包装工程, 2005, 26(4): 99-100.

- [4] 易树平,郭伏. 基础工业工程[M]. 北京:机械工业出版社,2009.
YI Shu-ping, GUO Fu. Fundament of Industrial Engineering [M]. Beijing:Ching Machine Press,2009.
- [5] 郭永华. 制鞋企业生产线平衡技术与方法研究[J]. 价值工程,2008(12):118-120.
WU Yong-hua. To Study on Techniques and Methods of the Production Line Balance for Shoe-making Enterprise [J]. Value Engineering,2008(12):118-120.
- [6] 高广章. 工作研究在 Polaris Housing 装配线平衡中的应用[J]. 机械设计与制造,2009(7):102-104.
GAO Guang-zhang. Application of Work-study to Balancing the Polaris Housing Assembly Line[J]. Machinery Design & Manufacture,2009(7):102-104.
- [7] 程晓娟,曾德富,全春光. 工作研究在某笔记本测试线效率提升中的应用[J]. 工业工程与管理,2010,15(1):121-125.
CHENG Xiao-juan, ZENG De-fu, QUAN Chun-guang. The Application of Work-Study in the Efficiency Improvem of Laptop Test Line [J]. Industrial Engineering and Management,2010,15(1):121-125.
- [8] 项英华. 人类工效学[M]. 北京:北京理工大学出版社,2008.
XIANG Ying-hua. Ergonomics [M]. Beijing: Beijing Iinstitute of Technology Press,2008.
- [9] 董梅,孙永强,王树棠. 空调器安装盒装配线的再造[J]. 工业工程与管理,1999(5):51-55.
DONG Mei, SUN Yong-qiang, WANG Shu-tang. Reengineering of the Assembly Line of Air-conditing Installation Case-ment [J]. Industrial Engineering and Management, 1999(5):51-55.
- [10] 葛红美,乔向东. 约束理论在印刷包装企业生产排产中的应用研究[J]. 包装工程,2012,33(11):136-141.
GE Hong-mei, QIAO Xiang-dong. Application Research of Constraint Theory on Production Planning in Printing and Packaging Enterprises [J]. Packaging Engineering,2012,33(11):136-141
- [11] 范旭. 焊装作业时间标准的制定和生产线再设计:案例研究[J]. 工业工程,2009,12(5):120-125.
FAN Xu. The Determ Ination of Standard Operation Times in a Welding Process and Production Line Redesign: A Case Study [J]. Industrial Engineering Journal,2009,12(5):120-125.
- [12] MILTENBURG J. One-piece Flow Manufacturing on U-shaped Prodction Lines: A Tutorial [M]. IIE Transaction,2001.
- [13] 徐超,张红,葛红美. 印刷生产管理系统的设计与实现 [J]. 包装工程,2010,31(21):29-32.
XU Chao, ZHANG Hong, GE Hong-mei. Design and Implementation of Printing Production Management System [J]. Packaging Engineering,2010,31(21):29-32.

(上接第 59 页)

- LUO Jie, GUO Yan-feng, WANG Jia-min. Present Situation and Development Trend of Pallet Packaging [J]. Packaging Engineering,2005,26(4):99-100.
- [2] 彭国勋. 物流运输包装设计[M]. 北京:印刷工业出版社,2012.
PENG Guo-xun. Logistics and Transport Packaging Design [M]. Beijing:Graphic Communications Press,2012.
- [3] 张晋西. Visual Basic 与 AutoCAD 二次开发[M]. 北京:清华大学出版社,2002.
ZHANG Jin-xi. The Secondary Development of the Visual Basic and AutoCAD [M]. Beijing: Tsinghua University Press,2002.
- [4] 管凌峰,贺小华,武则天. 基于 VB 与 AutoCAD 的图形消隐方法及其应用[J]. 轻工机械,2006,24(2):79-82.
GUAN Ling-feng, HE Xiao-hua, WU Ze-fei. The Hiding Method of Drawing Based on VB & AutoCAD and Its Application [J]. Light Industry Machinery,2006,24(2):79-82.
- [5] 何为宏. 木质托盘设计理论方法及其 CAD/CAE 系统的研发[D]. 无锡:江南大学,2008.
- HE Wei-hong. Wooden Pallet Design Theory Method and Its CAD / CAE System Development [D]. Wuxi: Jiangnan University,2008.
- [6] 温时宝,薛蕾,刘翠. 纸板托盘的发展及其结构概述[J]. 包装与食品机械,2011,29(2):56-59.
WEN Shi-bao, XUE Lei, LIU Cui. Overview of Development and Structure of Paperboard Pallet [J]. Packaging and Food Machinery,2011,29(2):56-59.
- [7] BEEH L A A, PEERLINGS R H J. An Experimental and Computational Study of Laminated Paperboard Creasing and Folding [J]. International Journal of Solids and Structures, 2009(46):4192-4207.
- [8] 彭国勋. 面向可持续发展目标的塑料托盘[J]. 塑料包装,2011,21(2):26-29.
PENG Guo-xun. The Plastic Pallet Oriented for the Sustainable Development [J]. Plastic Packaging,2011,21(2):26-29.