

应用技术

喷丸成形工艺数据库系统研究与开发

王舟¹, 董锦亮², 黄振彪², 刘杰², 万敏¹

(1. 北京航空航天大学 机械工程及自动化学院, 北京 100191;

2. 成都飞机工业集团公司 钣金厂, 成都 610092)

摘要: **目的** 配合飞机制造厂进一步更新技术, 以信息化技术提升传统的飞机壁板喷丸成形工艺。**方法** 收集了飞机生产、型号预研、钣金工艺手册、工艺试验等大量数据信息, 采用 Oracle11g 数据库管理系统, 应用 Powerdesigner 开发软件, 进行了数据库系统的研究与开发。**结果** 研究开发了一个集资料文档、材料性能、基础数据、简单试件试验、喷丸成形实例和设备管理等数据的 B/S 架构喷丸成形工艺数据库系统。**结论** 实现了工艺数据的积累、共享、重用, 达到了提高工艺设计水平与生产效率的目的。

关键词: 喷丸成形; 工艺; B/S 架构; 数据库系统

DOI: 10.3969/j.issn.1674-6457.2014.03.012

中图分类号: TG376.1; TP391.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-6457(2014)03-0054-06

Research and Development of the Database System of Shot Blasting Forming Process

WANG Zhou¹, DONG Jin-liang², HUANG Zhen-biao², LIU Jie², WAN Min¹

(1. School of Mechanical Engineering and Automation, Beihang University, Beijing 100191, China;

2. Sheet Metal Forming Factory, Chengdu Aircraft Industrial Corporation, Chengdu 610092, China)

ABSTRACT: **Objective** To coordinate further technology renovation for aircraft factories and improve the conventional aircraft shot blasting forming process with information technology. **Methods** A great deal of data and information were collected for the aircraft manufacturing, pre-research, sheet metal forming manual, and process experiments. Research and development of database system were conducted using Oracle11g database management system and Powerdesigner software. **Results** A B/S framework shot blasting forming process database system was developed, which included the data and information documents, material properties, basic data, simple specimen tests, shot blasting forming cases and equipment management data. **Conclusion** The accumulation, sharing and reusing of process data were realized, and meanwhile the process design level and production efficiency were improved.

KEY WORDS: shot blasting forming; process; B/S framework; database system

喷丸成形是利用高速弹丸流撞击金属板材的表面, 使受撞击的表面及其下层金属材料产生塑性变

形, 导致残余应力, 从而逐步使板材达到所需外形的一种成形方法^[1]。

收稿日期: 2014-03-10; 修订日期: 2014-03-16

基金项目: 国防基础科研项目(A0520110035)

作者简介: 王舟(1988—), 男, 湖南邵阳人, 硕士生, 主要研究方向为数字化成形制造技术与系统。

由于喷丸成形具有不需要成形模具、可成形大尺寸结构件、能够显著提高工件的抗疲劳寿命等优点,自20世纪40年代以来,喷丸成形技术被广泛研究和应用^[2-6]。我国采用喷丸成形技术已有40多年的历史,成飞、西飞、洪都等飞机制造公司在其整体壁板成形中,都已采用了喷丸成形方法,但技术相对国外而言还有一定差距,目前仍然主要采用人工试错、反复试验的方法来进行生产试验^[7-10]。由于喷丸成形的专业性较强,在喷丸成形过程中使用和产生了大量的工艺数据,若能将这些复杂的数据应用数据库技术进行系统化、规范化的科学管理,建立喷丸成形工艺数据库系统,则能够很方便地实现企业内部工艺文件的设计、维护、查询与管理,将有利于实现工艺标准化、生产过程信息化以及提高生产效率和产品质量^[11-15]。

建立喷丸成形的工艺数据库显得十分必要,文中对喷丸成形工艺方面的数据信息进行系统化、规范化的研究,应用数据库技术和计算机技术进行科学管理与维护,帮助用户快速获取工艺信息、进行工艺设计与分析,对于构建喷丸成形数字化工艺设计系统具有重要意义。

1 系统总体结构设计

1.1 数据库应用体系架构

喷丸成形数据库系统采用B/S架构,从结构上分为客户端浏览器、Web服务器和数据库服务器3层结构,如图1所示。系统采用具有“富浏览器”机制的展现中间件Dorado5.0和跨平台的自由集成开发环境Eclipse,作为应用服务程序开发工具。客户端采用IE或IE内核的浏览器,为增进用户体验,该层还采用了AJAX(Asynchronous Javascript and XML)技术。Web服务器主要由应用服务程序构成,该层以Tomcat6.0作为Web容器,内部细化为表现层、控制器、数据模型3层结构,即MVC(Model-View-Controller,模型-视图-控制器)结构,主要采用JSP、Servlet、JDBC和XML技术进行实现。数据库服务器包含着应用程序所需要的各种数据,包括技术资料文档参数库、材料性能参数库、基础数据参数库、简单试件试验参数库、喷丸成形实例参数库和

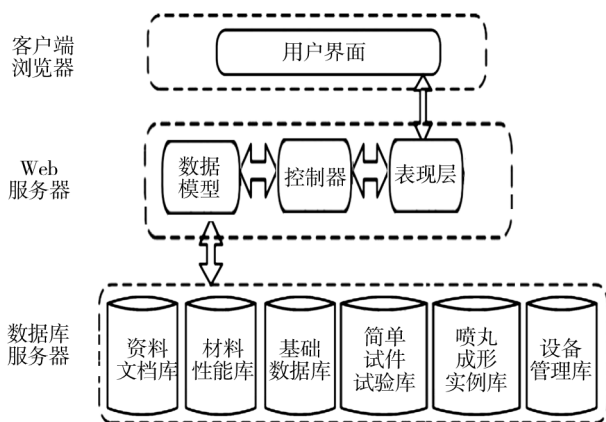


图1 数据库系统的3层结构

Fig. 1 Three-tier architecture of the database system

设备管理参数库6个主数据库,该层采用Oracle11g作为数据库管理系统。

1.2 数据库功能结构

所开发的数据库系统面向飞机制造厂的实际生产需要,旨在为喷丸成形的工艺设计、分析及生产等方面提供全面、完善的支持,可为用户提供以下功能:登录验证、权限校验与管理、数据查询与维护、管理、注销等功能。整个数据库系统的总体流程如图2所示,系统的总体功能结构如图3所示。

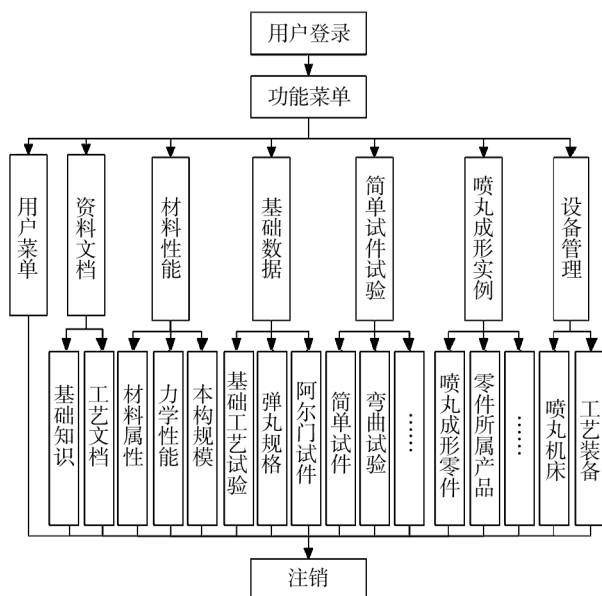


图2 系统总体流程

Fig. 2 Overall flowchart of the system

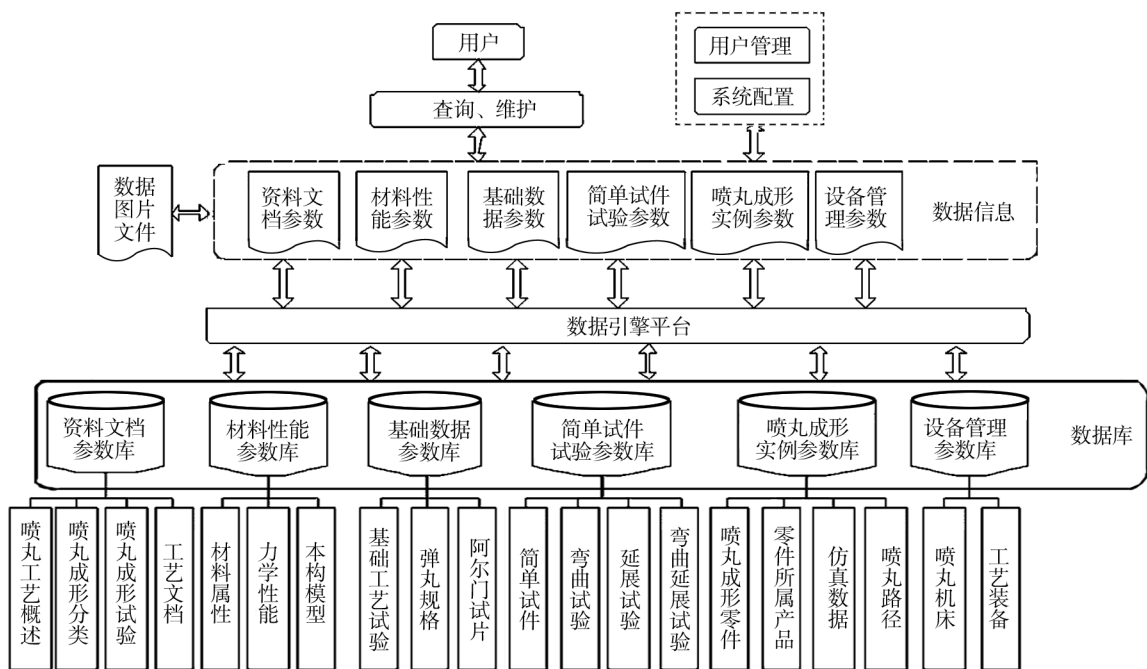


图3 系统总体功能结构

Fig. 3 Architecture of the system's functions

2 系统功能的开发与实现

依据对系统的应用体系架构和功能结构的设计,在考虑了整个系统的一致性和相容性,同时力求使系统功能符合工艺人员的需求和使用习惯的前提下,文中对系统的各项功能进行了开发与实现。

2.1 数据库的建立

建立了6个基础数据库:资料文档库、材料性能库、基础数据库、简单试件试验库、喷丸成形实例库和设备管理库。资料文档库包含喷丸工艺概述、喷丸成形分类、喷丸成形试验3个网页文件和可以上传下载的工艺文档资料。材料性能库的数据包括了航空常用的高强铝合金、铝锂合金和耐腐蚀铝合金等板材的成形性能试验数据。基础数据库的数据主要包括阿尔门试片试验数据、弹丸规格和阿尔门试片数据。简单试件试验库的数据包括简单试件参数及其弯曲试验、延展试验和弯曲延展试验数据。喷丸成形实例库的数据来源于实际生产,设备管理库的数据来源于喷丸成形过程中使用的机床设备和工艺装备等。

2.2 Web 应用程序各功能模块的开发与实现

2.2.1 登录验证和权限控制模块

该模块的作用就是检测用户登录时输入的用户名和口令是否正确,并在系统运行过程中对用户的每次访问请求都进行登录验证以及检测是否越权操作。如果用户登录出错,或者未登录就试图通过输入网页地址进入系统,或者越权操作,则该模块会加以发现,并阻止未授权用户的非法操作。

2.2.2 异常处理模块

Web 应用程序在运行过程中,难免会出现异常,导致系统不能正常地运行下去,用户的请求无法得到妥善地处理和响应。此外,用户的非法访问和越权操作也会导致异常的发生。

为了保证系统的健壮性,提高系统的容错能力,有必要将异常信息返回给客户端,使用户获知异常的发生以及异常的简要信息,并提示用户进行适当的操作。因此,开发了一个异常处理模块,用于捕获系统运行过程中发生的异常,并将异常信息以网页信息的形式返回到用户的浏览器上,使其获知异常的部分信息,并引导用户进行下一步操作,如图4所示。

喷丸成形工艺数据库系统

发生错误了

com.bstek.dorado.security.UserNotLoggedInException: User not logged in or Session expired!

重新登录, 请点击这里

图4 包含异常信息的网页

Fig.4 Webpage with fault information

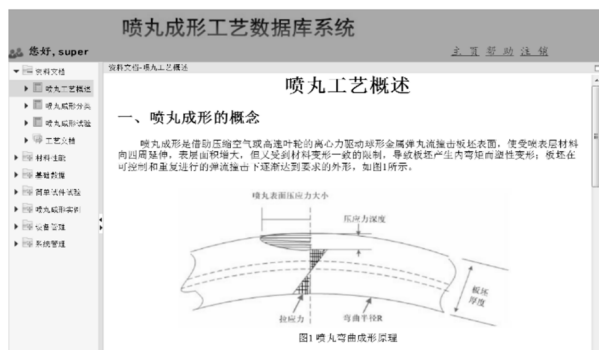
2.2.3 系统管理模块

该模块包括用户管理、角色管理、模块管理和日志管理四大模块。其中用户管理模块的作用是对数据库系统的用户进行管理,包括增加用户、删除用户、修改权限、修改密码等操作,只有具有管理员身

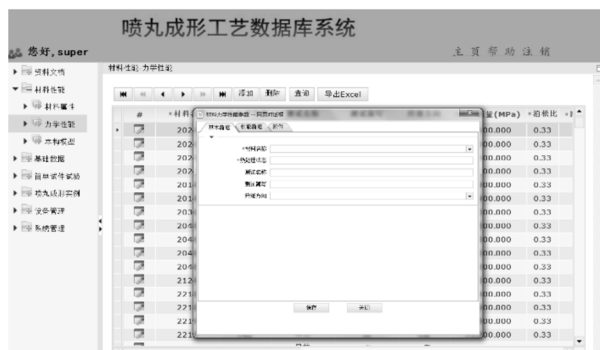
份的用户才能使用该功能模块。角色管理模块的作用是对4种用户角色:超级管理员、系统管理员、高级用户和一般用户进行管理。模块管理的作用是对本系统各个模块进行管理。日志管理的作用是对系统的登录操作、各业务办理过程的主要阶段的操作进行记录,从而可以跟踪业务的办理情况,分析系统运行中出现的问题。

2.2.4 资料文档模块

该模块为用户提供了喷丸成形工艺的术语知识、喷丸成形分类、喷丸成形试验和工艺规范等文档数据,为用户掌握喷丸成形工艺知识提供了有效的途径。该模块的典型界面如图5a所示。



a 资料文档



b 材料性能



c 基础数据



d 简单试件试验



e 喷丸成形实例



f 设备管理

图5 典型界面

Fig.5 Representative interfaces

2.2.5 材料性能模块

该模块为用户选择材料提供参考数据。该模块提供的数据包括机械性能、成形性能、供应规格、供应状态、热处理规范、牌号对照等等。材料类型主要为铝合金和铝锂合金。数据类型包含文字数据、单向拉伸曲线、FLD 图片与 OPJ 文件(Origin 工程文件)等。该模块的典型界面如图 5b 所示。

2.2.6 基础数据模块

该模块包括基础工艺试验、弹丸规格和阿尔门试片 3 类数据,为其他喷丸成形提供基础参数。其中包括弹丸名称、弹丸类型、弹丸硬度、弹丸流量、喷射角度、喷射距离,以及阿尔门试片材料、厚度、宽度等。基础数据的典型界面如图 5c 所示。

2.2.7 简单试件试验模块

简单试件试验模块管理简单试件参数和试件的 3 类试验:弯曲试验、延展试验和弯曲延展试验的参数,用于研究喷丸工艺参数对喷丸成形效果的影响规律,并为具体零件的工艺参数设计提供参考依据。该模块提供的数据包括试件材料名称、试件长度、试件宽度、试件厚度、横向弯曲半径等等。简单试件试验数据界面如图 5d 所示。

2.2.8 喷丸成形实例模块

喷丸成形实例模块可以对喷丸成形典型实例和实际生产零件的数据进行管理,并可以通过系统的接口与专用软件系统、有限元模拟软件以及数控机床进行交互协作。已完成的零件工艺信息用实例方式存储起来供学习和参考。该模块提供的数据包括零件名称、零件编号、喷丸仿真参数等等。喷丸成形实例数据如图 5e 所示。

2.2.9 设备管理模块

设备管理模块管理喷丸成形过程中所需要用到的喷丸机床和工艺装备数据,便于对喷丸机床和工艺装备的数据进行查询与维护。该模块提供的数据包括机床名称、机床参数、工装名称等等。设备管理数据如图 5f 所示。

3 系统开发中的关键技术

3.1 登录验证与权限控制

根据前述该模块的功能,开发了完善的登录验证和权限控制功能,在各个环节对用户的登录情况

进行验证,并在需要的场合验证用户的操作权限。所采取的方法主要包括以下几种。

1) 利用自定义的 `MyAccessChecker` 类,对每次 Servlet 跳转以及视图模型的加载等过程进行登录验证。利用自定义的视图模型实现类 `MyViewModel` 对用户的操作权限进行控制。以 `MyAccessChecker` 类为例,其关键代码的部分示例如下:

```
import com.bstek.dorado.common.DoradoContext;  
text;  
import com.bstek.dorado.security.AccessChecker;  
;  
import com.bstek.dorado.security.AccessDeniedException;  
  
public class MyAccessChecker implements AccessChecker {  
    public void checkAccess(DoradoContext doradoContext, Object object) throws AccessDeniedException {  
  
        Object obj = doradoContext.getAttribute(doradoContext.SESSION, "login"); //获取会话中的login 变量的值  
        if (obj == null || ((String) obj).equals("true") == false) {  
  
            throw new AccessDeniedException("用户未登录,或者会话已过期! 请重新登录。"); //如果用户未登录或会话过期,则抛出异常  
  
        }  
    }  
}
```

2) 在某些网页添加具有登录验证和权限控制功能的 Java 代码。这种方式主要用于网页之间的直接跳转。

3) 如果验证发现用户未登录,或者进行了越权的操作,则系统抛出异常,并跳转到 `error.jsp` 网页,将错误信息返回给用户,并提示其重新登录。这种系统的页面自动跳转功能是依靠 Dorado5 的 Mapping 控制技术实现的。

3.2 大型二进制对象的上传与下载

本数据库系统包含大量大型二进制对象数据,例如图片、OPJ 文件、Word 报表和数控代码文件等等。为了提高系统的运行效率和稳定性,本系统将这类文件存储于 Web 服务器上,而将其地址保存于

Oracle 数据库中。

大型二进制对象的上传与下载功能涉及到 Java 的 I/O (Input/Output, 输入/输出) 操作, 同时还必须考虑到 B/S 架构系统的特点, 使用相对目录作为文件的地址, 以便于系统的移植与发布。大型二进制对象的上传与下载程序流程如图 6 所示。

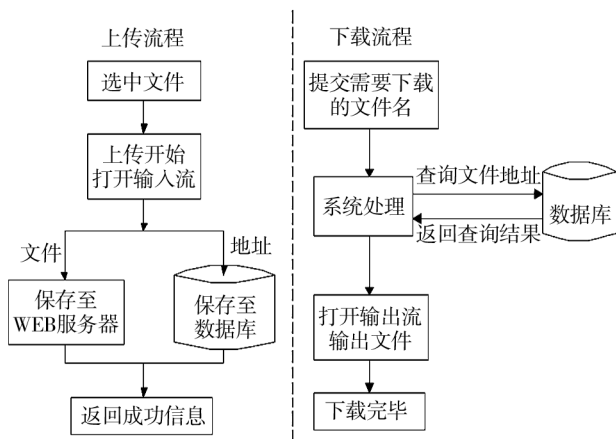


图6 大型二进制对象的上传与下载流程

Fig. 6 Upload and download flowchart of large binary objects

4 结论

开发的喷丸成形工艺数据库系统具有界面友好、功能强大、内容覆盖面广、数据表现形式丰富、操作简单、系统易于维护和扩充等优点, 具有较高的实用价值, 为喷丸成形工艺的设计提供了良好的支持与协助, 与其他应用软件相配合, 可以共同实现喷丸成形的数字化制造。

参考文献:

- [1] 李国祥. 喷丸成形[M]. 北京: 国防工业出版社, 1982.
LI Guo-xiang. Shot blasting Forming[M]. Beijing: National Defense Industry Press, 1982.
- [2] SHENG Xiang-fei, XIA Qin-xiang, CHENG Xiu-quan, et al. Residual Stress Field Induced by Shot Blasting Based on Random-shots for 7075 Aluminum Alloy[J]. Transactions of Nonferrous Metals Society of China, 2012, 22: 261—267.
- [3] KIRK D. Component Shape Changes Caused by Shot blasting[J]. The Shot Peener, 2012, 26(1): 24—34.
- [4] NOUGUIER-LEHON C, ZARWEL M, DIVIAN C, et al. Surface Impact Analysis in Shot blasting Process[J].

Wear, 2013(302): 1058—1063.

- [5] WANG T, PLATTS M J, LEVERS A. A Process Model for Shot Peen Forming[C]. Journal of Materials Processing Technology, 2006(172): 159—162.
- [6] CHAMPAIGNE J. History of Shot Blasting Specifications[C]. ICSP-9, 2005: 354—359.
- [7] 曾元松. 先进航空板材成形技术应用现状与发展趋势[J]. 航空制造技术, 2012(1): 1—4.
ZENG Yuan-song. Application and Development Trend of Advanced Sheet Metal Forming Technology[J]. Aeronautical Manufacturing Technology, 2012(1): 1—4.
- [8] 尚建勤, 韩秀全, 李继贞, 等. 航空钣金特种成形技术及设备[J]. 航空制造技术, 2013, 17: 44—48.
SHANG Jian-qin, HAN Xiu-quan, LI Ji-zhen, et al. Special Forming Technology and Equipment of Aeronautical Sheet Metal[J]. Aeronautical Manufacturing Technology, 2013, 17: 44—48.
- [9] 张贤杰. 喷丸成形工艺参数优化计算技术研究[D]. 西安: 西北工业大学, 2008.
ZHANG Xian-jie. A Study on Optimal Calculation of Process Parameters in Shot Peen Forming[D]. Xi'an: Northwestern Polytechnical University, 2008.
- [10] 尚建勤, 曾元松. 喷丸成形技术及未来发展与思考[J]. 航空制造技术, 2010(16): 26—29.
SHANG Jian-qin, ZENG Yuan-song. Shot Forming Technology and Its Development Trend and Thinking[J]. Aeronautical Manufacturing Technology, 2010(16): 26—29.
- [11] 叶军红. 复杂刀具磨削工艺数据库系统的研究与开发[D]. 武汉: 华中科技大学, 2012.
YE Jun-hong. R&D of Grinding Process Database System for Complex Cutting Tools[D]. Wuhan: Huazhong University of Science & Technology, 2012.
- [12] 陈鲲, 万敏, 李卫东, 等. 飞机蒙皮拉形工艺知识库的研究与开发[J]. 塑性工程学报, 2008, 15(5): 142—146.
CHEN Kun, WAN Min, LI Wei-dong, et al. Study and Development of the Aircraft Skin Stretch Forming Knowledge Base[J]. Journal of Plasticity Engineering, 2008, 15(5): 142—146.
- [13] 张志明, 黄少东, 庞丹, 等. 弹体热冲拔成形工艺数据库研究与开发[J]. 精密成形工程, 2013, 5(6): 36—41.
ZHANG Zhi-ming, HUANG Shao-dong, PANG Dan, et al. Research and Development of Shell Body Hot Extrusion-draw Forming Database[J]. Journal of Netshape Forming Engineering, 2013, 5(6): 36—41.

(下转第 67 页)

- Processing Parameter on Quality of Plastic Injection Molded Parts[J]. Journal of Zhengzhou University (Engineering Science), 2003, 24(3): 62—66.
- [3] HUANG M-C, TAI C-C. The Effective Factors in the Warp-age Problem of an Injection-molded Part with a Thin Shell Feature[J]. Journal of Materials Processing Technology, 2001(1): 1—9.
- [4] 夏源, 李聪. 某汽车零件注塑模设计及成形过程 CAE 分析[J]. 精密成形工程, 2012, 4(4): 64—65.
XIA Yuan, LI Cong. Design of Injection Mould and Forming CAE Analysis for Automobile Part[J]. Journal of Net-shape Forming Engineering, 2012, 4(4): 64—65.
- [5] 伍世棋. 电饭煲盖板的注塑模设计[J]. 精密成形工程, 2010, 2(4): 86—87.
WU Shi-qi. Design of the Injection Mould for Electric Cooker Shell[J]. Journal of Netshape Forming Engineering, 2010, 2(4): 86—87.
- [6] WYNNE H, IRENE M. Current Research in the Conceptual Design of Mechanical Products[J]. Computer-Aided Design, 1998, 3(7): 377—389.
- [7] 吴梦陵, 伍太宾. 成形工艺参数对塑件翘曲影响研究[J]. 精密成形工程, 2010, 2(6): 23—24.
WU Meng-ling, WU Tai-bin. Molding Process Parameters on the Plastic Warp-age's Influence[J]. Journal of Net-shape Forming Engineering, 2010, 2(6): 23—24.
- [8] 屈华昌. 塑料成型工艺与设计 2 版[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006.
QU Hua-chang. Process and Design of Plastic Molding 2nd Edition[M]. Beijing: Higher Education Press, 2006.
- [9] 张铭君, 李琛, 张帅帅. 拼装式食品周转箱结构设计[J]. 包装工程, 2012, 33(15): 58—60.
ZHANG Ming-jun, LI Chen, ZHANG Shuai-shuai. Structural Design of Assembled Food Turnover Box[J]. Packaging Engineering, 2012, 33(15): 58—60.
- [10] CHIN K S, WONG T N. Knowledge-based Evaluation for the Conceptual [J]. Computer-Aided Design, 2003, 6(7): 12—22.
- [11] MOK C K, K S CHIN, JOHN K L HO. An Interactive Knowledge-based CAD System for Mould Design in Injection Molding Processes [J]. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2001, 8(1): 27—38.
- [12] 文劲松, 麻向军, 刘斌. 塑料成型加工模拟技术及软件应用[J]. 计算机辅助工程, 2003(4): 56—62.
WEN Jin-song, MA Xiang-jun, LIU Bin. Numerical Simulation and Software Application for Plastic Molding Processing[J]. Computer Aided Engineering, 2003(4): 56—62.
- [14] 汤彦近, 刘会霞, 王霄. 避免滞流效应的浇注系统设计原则[J]. 模具工业, 2005(2): 46—49.
TANG Yan-jin, LIU Hui-xia, WANG Xiao. The Design Principles for the Runner System to Avoid Hesitation Effects[J]. Die & Mould Industry, 2005(2): 46—49.
- [15] 杜新胜, 薛海妮. 改性塑料在汽车中的应用[J]. 杭州化工, 2009(1): 24—28.
DU Xin-sheng, XUE Hai-ni. Applications of Modified Plastics to Automobiles[J]. Hangzhou Chemical Industry, 2009(1): 24—28.

(上接第 59 页)

- [14] GUO Qi-wen, QIANG Yong-jun, YANG Chun, et al. The Design and Realization of the Material Series Database System[J]. Rare Metal Materials and Engineering, 2012, 41(3): 387—392.
- [15] 康小明, 马泽恩, 何涛, 等. 机翼整体壁板喷丸成形 CAD/CAM/CAE 系统[J]. 航空制造技术, 1997(6): 35—36.
KANG Xiao-ming, MA Ze-en, HE Tao, et al. CAD/CAM/CAE System for Shot blasting Forming of Integral Wing Panel[J]. Aeronautical Manufacturing Technology, 1997(6): 35—36.