

竹材四面铣削三面剖分数控系统设计

杨春梅, 刘睿, 任洪娥, 郭继峰, 包玉莹

(东北林业大学, 哈尔滨 150040)

摘要: **目的** 针对竹材初加工设备相对落后、自动化程度低的问题,基于竹材四面铣削三面剖分加工工艺,用数控技术提高其自动化程度。**方法** 给出了实现竹材四面铣削三面剖分加工工艺的整机结构;根据竹材四面铣削三面剖分加工方式,利用PLC设计了竹材四面刨床的数控系统。**结果** 确定加工竹材的宽度和厚度之后,PLC能进行相应脉冲数量的运算,得出所要进给的距离;四面数控刨床具有自动对刀、独立加工、单件刨切和统计加工件数等功能。**结论** 数控化的竹材四面刨床使竹条初加工更加人性化,提高了竹材初加工的机械自动化程度,所加工的竹条规格更加统一。

关键词: 竹材加工;四面铣削;三面剖分;数控系统

中图分类号: TB486+.03 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2015)13-0095-06

Numerical Control System of Four-side Milling and Three-side Splitting of Bamboo

YANG Chun-mei, LIU Rui, REN Hong-e, GUO Ji-feng, BAO Yu-ying

(Northeast Forestry University, Harbin 150040, China)

ABSTRACT: Based on the problem of backward equipment and low automatic control of pretreating of bamboo, this paper proposed to adopt numerical control technology to increase automation based on the processing technique of four-side milling and three-side splitting. This research provided the whole machine structure for four-side milling and three-side splitting of bamboo and designed the numerical control system of four-side planer by PLC according to the technique of four-side milling and three-side splitting. PLC can calculate the corresponding impulse amount to obtain the feed distance after determination of the width and thickness of the bamboo to be processed. The numerically controlled four-side planer possessed functions such as automatic tool-setting, independent processing, single-piece slicing, counting processed pieces and so on. In conclusion, the numerically controlled four-side planer made the pretreating of bamboo more humanized, improved automation of machines and unified the dimension of processed bamboo.

KEY WORDS: bamboo processing; four-side milling; three-side splitting; numerical control system

随着木材资源的紧缺,竹材资源越来越被人们重视^[1]。竹子生长周期远远短于木材,资源丰富,被广泛用于制作家具、竹席和厨房用具等生活用品。同时,竹材因其表面纹理美观、漂亮,被广泛用于家具、地板等的表面装饰包装^[2-3]。目前,对竹材初加工的机械自动化程度低、安全性低,加工精度不高,亟待改善竹材加工机械自动化程度^[4-8]。

我国木工机械数控加工技术的研究始于20世纪

80年代^[9-10],到现在已有30多年的历史。但目前市场上竹材初加工领域的设备仍旧比较落后^[11],主要还是采用人工加工的方法,进行竹材采伐^[12-13]、竹子的剖分和竹青竹黄的去除工作,不仅效率低,还存在很大的危险性。为了改变竹材初加工这一现状,基于竹材四面铣削三面剖分的加工方式,对竹材初加工数控系统进行设计,使竹材初加工向自动化方向发展^[14-15]。

收稿日期: 2014-12-15

基金项目: 林业公益性行业科研专项(201204715)

作者简介: 杨春梅(1977—),女,黑龙江铁力人,东北林业大学副教授、硕导,主要研究方向为林业与木工机械、木材加工技术。

1 竹材四面铣削三面剖分加工工艺及整机结构

1.1 加工工艺

竹材四面铣削三面剖分加工工艺是指在竹材四面铣削的基础上,实现剖切功能。普通竹材经四面刨处理成竹片之后只剩下竹条部分,浪费大量的资源。竹材四面铣削三面剖分加工工艺在原有四面铣削的基础上,增加三面剖切功能,剖切后获得竹青,同时两边的细竹条可以进行额外的收集,可供后期再利用,从而大大提高了竹材的利用率。

1.2 整机结构

实现竹材四面铣削三面剖分加工工艺的整机结构主要由支架系统、主切削系统、动力传动系统三大部分组成,见图1。主切削系统由2个前进料组件、1个去竹节铣刀组件、3个棘轮压辊组件、1个下铣刀组件、1个上铣刀组件、3个光辊组件、1对侧铣刀组件、1对侧劈刀组件、1个下劈刀组件组成。

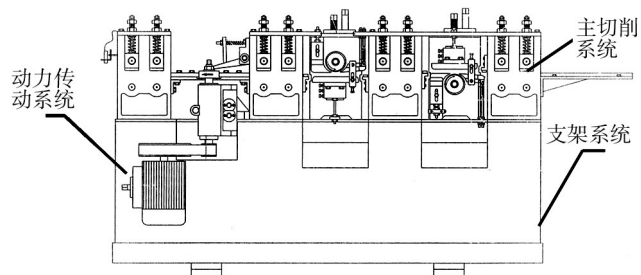


图1 竹材四面铣削三面剖分整机结构
Fig.1 The whole machine structure of four-side milling and three-side splitting of bamboo

2 数控系统工作原理及设计

2.1 工作原理

竹材四面铣削三面剖分加工工艺通过数控系统中的开环控制系统来控制,系统结构见图2。通过数控装置将脉冲发送给点击驱动器,从而控制步进电机来实现相应的动作过程。其操作步骤:扭动电源开关,给整机上电,若送料辊不在上限位,则送料辊上升。此时立铣刀应该在左极限位置处,上铣刀应该在上限位处,分别碰到送料辊上限位行程开关、立铣刀

左限位行程开关、上铣刀上限位行程开关,这时按下触摸屏主界面整机启动按钮,整机启动指示灯亮,整机开始启动。



图2 系统结构
Fig.2 The structure of the system

触摸屏主界面见图3,包括整机启动、整机停止按钮,以及调节送料辊升降的2个按钮。主界面中还设置有刨切运转指示灯及正向送料指示灯等方便用户查看机器工作状态的指示灯,充分考虑了人机操作的方便性和安全性^[16-17]。

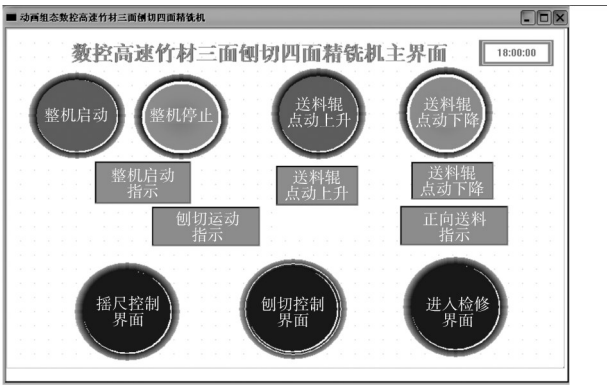


图3 触摸屏主界面示意
Fig.3 The main interface of touch screen

触摸屏检修界面见图4。按下进入检修界面按钮进入到检修状态,此时可以对整机进行检修。按下进入检修模式按钮,接着再按下送料点动进给按钮,送料则开始进给,且为点动,即松开送料点动进给按钮可停止送料。同理,送料点动后退按钮、送料辊点动上升按钮、送料辊点动下降按钮、左立铣刀点动前进按钮、上立铣刀点动前进按钮、左立铣刀点动后退按钮、上立铣刀点动后退按钮和刨刀启动按钮也是一样,相应的动作都会执行。在检修界面,还可以调整加工宽度和厚度的最大和最小值,以便加工出符合要求的竹材。

机器调整好以后,按下主控界面按钮进入竹材四面刨的主控制界面,再按下送料辊点动上升和送料辊点动下降控制按钮,对加工的竹材进行定位和夹紧。

此系统加工工件的模式为:当输入完所需要竹材



图4 检修界面示意

Fig.4 Sketch of maintenance interface

的宽度及厚度之后,PLC会自行计算出左立铣刀和上铣刀所要进给的步数和方向。只需按下相应的进给按钮,便可把刀轴移动到合适的加工位置。按下刨切启动及正向送料即可加工工件。刨切控制界面示意图见图5。

该机触摸屏设计有5个界面,分别是开机界面、竹材四面刨主界面、刨切控制界面、摇尺控制界面和进入检修界面。当系统上电后,首先进入的是开机界面,点击开机界面的按钮,可以进入到竹材四面刨的主界面。当需要输入竹材的宽度和厚度时,可以进入



图5 刨切控制界面示意

Fig.5 Sketch of slicing control interface

到摇尺控制界面进行相应的输入。输入完相应竹材的宽度和厚度以后,便可进入到刨切控制界面。在刨切控制界面有刨切启动和停止按钮、送料启动和停止按钮、送料前进和后退按钮。点击相应的按钮即可得到相应的动作。每个界面均设置有进入其他界面的按钮。

竹材四面铣削三面剖分整机具体电路见图6,继电器控制图见图7。四面铣削三面剖分整机实物图见图8。电控柜的控制需要实现竹材铣削的自动化控制,竹片加工示意图9,通过触摸屏控制竹片铣削宽度,定宽铣削。

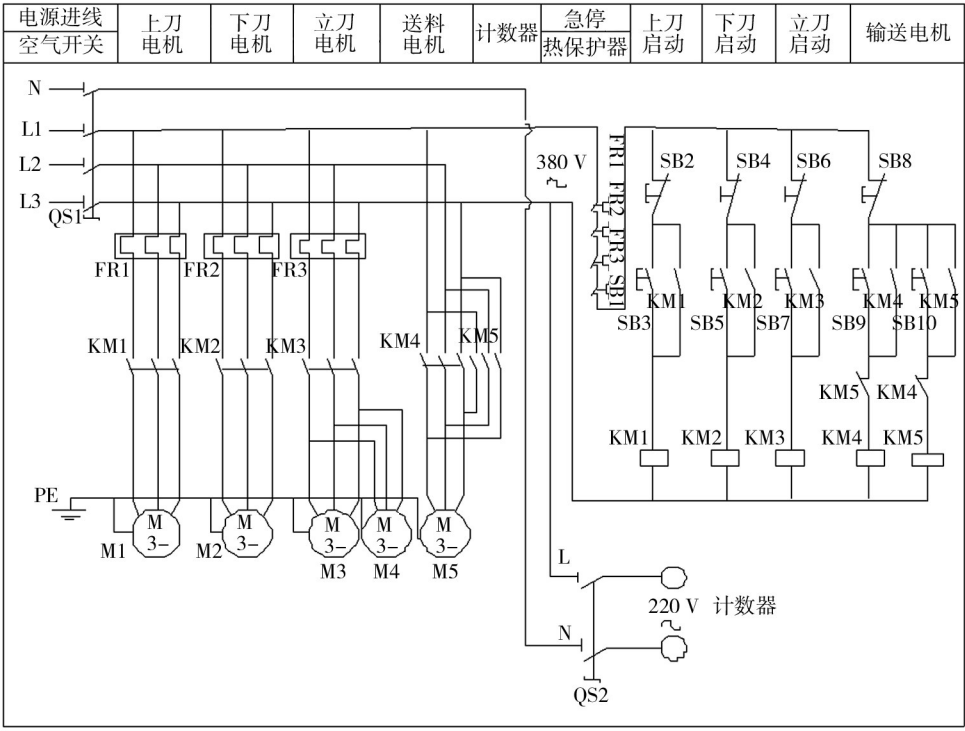


图6 竹材四面刨电路

Fig.6 The circuit diagram of four-side planer of bamboo

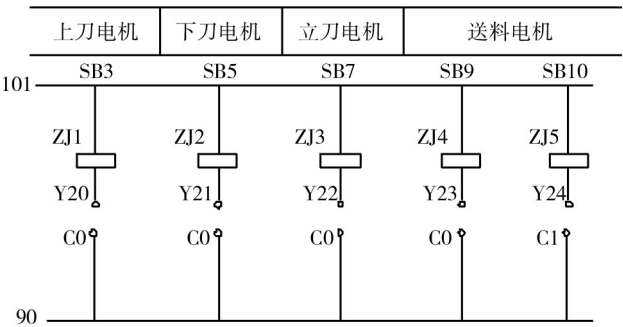


图 7 继电器控制原理
Fig.7 Diagram of relay control



图 8 竹材四面铣削三面剖分整机实物
Fig.8 The physical picture of the whole machine for four-side milling and three-side splitting

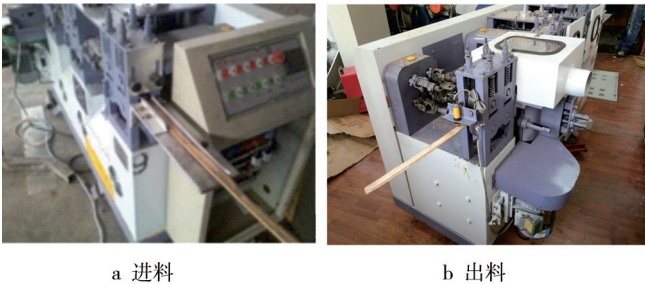


图 9 竹材四面铣削三面剖分整机刨铣工作情况
Fig.9 The working diagram of four-side milling and three-side splitting by the machine

2.2 硬件组成

此系统是以台达 DVP-32EH00T3 为核心,由于 1 台 PLC 提供的串口数不足以满足需求,因此配有 DVP32HP00R 扩展模块以补充所需串口。所需的设备还有步进电机及其驱动器。此系统还配有触摸屏,以方便用户进行可视化观察及操作。对于数控系统,由于其是弱电电路,因此采用+24 V 电源输入,可以大

大降低其不稳定性。用户可以把+24 V 稳压电源放入电控柜内,这样既可以增加系统的可操作性,同时又安全可靠。

1) 可编程逻辑控制器(Programmable Logic Controller, PLC)采用台达的以晶体管形式输出的 PLC,其具有 2 路 200 000 个高速脉冲输出,IO 模块可扩展,可以有效的达到要求使用的脉冲,并且此 PLC 有 16 个 X 输入和 16 个 Y 输出。由于其他输出接口不要求有脉冲输出,因此,扩展 PLC 选择 DVP32HP00R 为继电器输出,这样可以达到由弱电控制强电的要求。

2) 触摸屏选择 TPC7062KS,可以有效显示出可操作界面。

3) 步进电机选择型号 86BYG350CH,扭矩为 7 N·m,电流为 3.0 A,可以达到要求。

4) 电机驱动器选择型号 JMC3M2080,供电电压为 80~220 V,正常工作输出电流为 1.7~6.6 A。而且,此型号电机驱动器可以驱动型号 130 系列及以下的步进电机。

2.3 控制原理

输入完所需要加工竹材的宽度和厚度之后,PLC 通过刀轴前进 1 mm 所需要的脉冲数来计算出所需要的总脉冲数,然后由 PLC 发出脉冲,使刀轴达到预定的位置。

该系统所选用丝杠螺距为 4 mm,步进电机步距角为 1.8°,减速机减速比为 1:5。由此,刀轴前进 1 mm,丝杠应转 1/4 圈,步进电机转 5/4 圈,即 450°。对于步距角为 1.8° 的步进电机,所需脉冲数为 $n=250$ 个脉冲,即刀轴前进 1 mm 需要 250 个脉冲。当输入工件的目标宽度时,PLC 会进行相应脉冲数量的运算,从而得出所要进给的距离。

2.4 步进电机与驱动器接法

步进电机是一种将脉冲信号转换成直角位移或角位移的执行元件^[18]。电机驱动器则是驱动步进电机的重要元件,电机驱动器上有几个重要的触点^[19],其中,PLS+和 PLS- 为控制脉冲信号的触点,DIR+和 DIR- 为控制方向信号的触点。一般来说,PLC 的 Y0 接驱动器上面的 PLS-(由于所选 PLC 为晶体管输出,因而 Y0 和 Y2 可接脉冲信号输出),Y1 接 DIR-(由实验得 Y1 和 Y3 可接方向信号输出)。PLS+和 DIR+接 PLC 上面的+24 V 电压(要串 1 个 2000 Ω 的电阻)。步进电机与驱动器的详细接法见图 10。

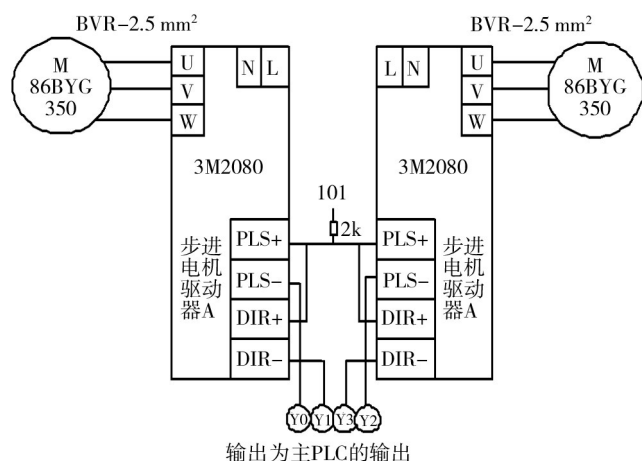


图10 步进电机与驱动器接法

Fig.10 Connection with stepper and motor drives

3 结语

1) 根据竹材四面铣削三面剖分加工工艺,设计了竹材四面刨床的数控系统,提高了竹材初加工的自动化程度,同时也增强了竹材四面刨的安全性,减少了人工操作的安全问题。

2) 通过PLC对竹材四面刨床进行数控化改造,整机操作更加人性化。可以定量选定所需竹条的规格,使加工更加规范,获得的竹条也更加精准和规格统一。

参考文献:

- [1] 张齐生.我国竹材加工利用要重视科学和创新[J].浙江林学院学报,2003,20(1):1—4.
ZHANG Qin-sheng. Attaching Importance to Science and Innovation in the Processing and Utilization of Bamboo Timber in China[J]. Journal of Zhejiang Forestry College, 2003, 20(1):1—4.
- [2] 刘德桃,陈奇峰,李军,等.植物纤维缓冲材料的研究进展[J].包装工程,2007,28(4):15—18.
LIU De-tao, CHEN Qi-feng, LI Jun, et al. The Research Progress of Plant Fiber Cushion Material[J]. Package Engineering, 2007, 28(4):15—18.
- [3] 杨中强.竹藤家具基材特点及应用[J].世界竹藤通讯,2013(3):24—26.
YANG Zhong-qiang. Characteristics and Application of Substrate for Bamboo and Rattan Furniture[J]. World Bamboo and Rattan, 2013(3):24—26.
- [4] 李志仁,徐杨.加速竹材加工机械开发,充分利用我国竹材资源[J].中国人造板,2006(3):23—24.
LI Zhi-ren, XU Yang. Strengthen Machine Building to Make the Best Use of Bamboo Resources[J]. China's Man-made Board, 2006(3):23—24.
- [5] 周斌.绿色设计思潮对产品包装设计的启示[J].包装工程,2011,32(2):99—101.
ZHOU Bin. Inspiration of Green Design Thought on Products' Packaging Design[J]. Package Engineering, 2011, 32(2):99—101.
- [6] 谢云娇,潘祖平.纸质家具设计的发展趋势研究[J].包装工程,2010,31(4):110—112.
XIE Yun-jiao, PAN Zu-ping. Research on the Development Trend of Paper-made Furniture[J]. Package Engineering, 2010, 31(4):110—112.
- [7] 秦蓓.塑料食品包装材料安全性研究现状[J].包装工程,2011,31(19):33—37.
QIN Bei. Progress of Plastic Food Packaging Safety Research [J]. Package Engineering, 2011, 31(19):33—37.
- [8] 马岩.我国数控木工机械的发展现状及自动化技术的研发方向[J].林业机械与木工设备,2012,40(1):4—9.
MA Yan. Development Status of China's CNC Woodworking Machinery and the Development Direction of Automation Technology[J]. Forestry Machinery & Woodworking Equipment, 2012, 40(1):4—9.
- [9] 黄淑芹,闫承琳,李光哲.木工机械的数控化探讨[J].木材加工机械,2011(2):27—30.
HUANG Shu-qin, YAN Cheng-lin, LI Guan-zhe. The Research of Woodworking Machinery on CNC Transformation[J]. Wood Processing Machinery, 2011(2):27—30.
- [10] 马岩.中国数控木工机械的开发方向[J].林业机械与木工设备,2007,35(11):4—13.
MA Yan. The Developing Trend of Chinese Woodworking Machine Numerical Control System[J]. Forestry Machinery & Woodworking Equipment, 2007, 35(11):4—13.
- [11] 任明亮,宋维明.国内外竹产业研究的现状与未来[J].林业经济,2008(6):33—37.
REN Ming-liang, SONG Wei-ming. Global Bamboo Industry Research: Present and Future[J]. Forestry Economics, 2008(6):33—37.
- [12] 张卫东,陈庭合,孙晓东.竹材利用研究现状及发展趋势[J].湖南林业科技,2010(5):53—54.
ZHANG Wei-dong, CHEN Ting-he, SUN Xiao-dong. Status and Tendency of Bamboo Utilization[J]. Hunan Forestry Science & Technology, 2010(5):53—54.
- [13] 周建波,傅万四,白崇彪.竹材加工共性技术设备发展及研究[J].木材加工机械,2012(3):47—50.
ZHOU Jian-bo, FU Wan-si, BAI Chong-biao. The Development and Research of Bamboo Processing Generic Technology Equipment[J]. Wood Processing Machinery, 2012(3):47—50.
- [14] 郝景新,刘文金,吴新风.基于制备矩形竹片的竹筒剖分优

- 化研究[J]. 中南林业科技大学学报, 2012, 32(11): 177—180.
- HAO Jing-xin, LIU Wen-jin, WU Xin-feng. Optimal Model for Lengthwise Cutting Bamboo Tube to Prepare Rectangle Strip[J]. Journal of Central South University of Forestry & Technology, 2012, 32(11): 177—180.
- [15] 李瑞平, 冯济纓, 黄明琪. 包装机械设计中的控制技术[J]. 包装工程, 2005, 26(1): 19—21.
- LI Rui-ping, FENG Ji-ying, HUANG Ming-qi. Control Technology in Design of Packaging Machine[J]. Package Engineering, 2005, 26(1): 19—21.
- [16] 李世国, 华梅立, 贾锐. 产品设计的新模式——交互设计[J]. 包装工程, 2007, 28(4): 90—92.
- LI Shi-guo, HUA Mei-li, JIA Rui. A New Mode of Product Design Interaction Design[J]. Package Engineering, 2007, 28(4): 90—92.
- [17] 杨明朗, 王红. 人机交互界面设计中的感性分析[J]. 包装工程, 2007, 28(11): 11—13.
- YANG Ming-liang, WANG Hong. Emotional Analysis of Man-machine Interaction Interface Design[J]. Package Engineering, 2007, 28(11): 11—13.
- [18] 韩志强. 步进电机 PLC 控制的研究设计[J]. 轻工机械, 2006, 24(4): 114—115.
- HAN Zhi-qiang. Stepper Motor PLC Control Study Design[J]. Light Industry Machinery, 2006, 24(4): 114—115.
- [19] 唐竞新. 脉冲电流源型步进电机驱动器的研究[J]. 清华大学学报: 自然科学版, 1999, 39(9): 122—126.
- TANG Jing-xin. Pulse Current Source Type Stepping Motor Drives[J]. Journal of Tsinghua University: Science and Technology, 1999, 39(9): 122—126.

(上接第 89 页)

- Products[J]. Packaging Engineering, 2006, 27(1): 25—27.
- [6] 刘志忱, 叶柏彰. 封闭式型腔制品使纸浆模塑产业更上一层楼[J]. 中国包装, 2006(3): 76—77.
- LIU Zhi-chen, YE Bai-zhang. Closed Cavity Products Make the Molded Pulp Industry Have a Further Improvement[J]. China Packaging, 2006(3): 76—77.
- [7] AKIRA N, YASUSHI Y, YASUSHI Y, et al. Method for Producing Pulp Molded Article: US, 006605187B1 [P]. 2003.
- [8] 黄俊彦, 朱婷婷. 纸浆模塑生产实用技术[M]. 北京: 印刷工业出版社, 2007.
- HUANG Jun-yan, ZHU Ting-ting. Practical Technology for Production of Molded Pulp[M]. Beijing: The Printing Press, 2007.
- [9] 求亚珍, 俞威. 纸浆模塑中捞浆与灌浆方式对制品均匀一致性的影响[J]. 轻工机械, 2005(3): 121—122.
- QIU Ya-zhen, YU Wei. Influences on Pulp Homogeneity by Way of Dredging & Filling in Pulp Molding[J]. Light Industry Machinery, 2005(3): 121—122.
- [10] 杨予勇, 孟静. 注射模工作尺寸简单计算法研究[J]. 模具工业, 2006, 32(10): 54—58.
- YANG Yu-yong, MENG Jing. Simple Computational Method for Working Dimensions of Injection Mould[J]. Die & Mould Industry, 2006, 32(10): 54—58.
- [11] 任长春, 单以才, 谢波. 注塑模具成形零件工作尺寸工程算法研究[J]. 现代塑料加工应用, 2012, 24(5): 53—56.
- REN Chang-chun, SHAN Yi-cai, XIE Bo. Engineering Algorithm Research on Injection Mould Shaping Part Dimensions [J]. Modern Plastics Processing and Applications, 2012, 24(5): 53—56.
- [12] 陈海燕, 杨斌. 纸浆模塑制品工艺及其模具设计[J]. 广东印刷, 2007(2): 39—42.
- CHEN Hai-yan, YANG Bin. Process and Mold Design of Pulp Molded Product[J]. Guangdong Print, 2007(2): 39—42.
- [13] 于永建, 张新昌. 纸浆模塑真空吸滤成形阻力因素分析[J]. 包装工程, 2005, 26(1): 12—13.
- YU Yong-jian, ZHANG Xin-chang. Analysis on Resistance of Vacuum Filtering Molding Process[J]. Packaging Engineering, 2005, 26(1): 12—13.
- [14] 张以忱, 黄英, 姜翠宁. 纸浆模塑真空吸滤成形机理研究[J]. 真空, 2003(3): 52—57.
- ZHANG Yi-chen, HUANG Ying, JIANG Cui-ning. Shaping Principle of Vacuum Filtering of Pulp-Molding[J]. Vacuum, 2003(3): 52—57.
- [15] 欧汉德. 纸塑吸滤模具中吸滤成形设计的改进研究[J]. 模具制造, 2011(1): 69—71.
- OU Han-de. Improvement of Design for Paper Suction Molding Mold[J]. Mold Manufacturing, 2011(1): 69—71.