

DOI:10.3969/j.issn.1001-4551.2017.11.014

基于伺服控制的中空玻璃智能仓储系统

苏祥瑞¹, 孙 晖¹, 姜国均¹, 金向东²

(1. 浙江大学 电气工程学院, 浙江 杭州 310027; 2. 浙江大学 信息与电子工程学院, 浙江 杭州 310027)

摘要:针对中空玻璃仓储系统国产化率低和进口产品成本高等问题,对中空玻璃仓储系统进行了研究,对国内外中空玻璃仓储过程中的运动机制、电气控制等进行了归纳,提出了一种基于伺服控制的智能化中空玻璃仓储系统,对中空玻璃智能仓储的存取、储存机构、输送设备和控制装置进行了设计,并对仓储系统的功能模块进行了集体化的组装。对系统中设备的总体框图、运行方式、运动控制流程、电气连接图等进行了详细的描述,以一套伺服控制设备为例,对精确的位置定位进行了软件仿真和实际测量。研究结果表明:该系统能实时监测运动参数,能够实现精确的位置控制功能,可靠性高,满足精确定位的要求。

关键词:伺服控制;智能化仓储系统;位置定位

中图分类号:TH39;TQ171.6

文献标志码:A

文章编号:1001-4551(2017)11-1299-05

Hollow glass intelligent storage system based on servo control

SU Xiang-rui, SUN Hui, JIANG Guo-jun, JIN Xiang-dong

(1. College of Electrical Engineering, Zhejiang University, Hangzhou 310027, China;

2. College of Information Science and Electronic Engineering, Zhejiang University, Hangzhou 310027, China)

Abstract: Aiming at the problems of low localization rate of hollow glass storage system and the high cost of imported products, the hollow glass storage system was studied, the movement mechanism and electrical control in the process of storage of hollow glass at home and abroad were summarized, an intelligent hollow glass storage system based on servo control, and designs for access and storage mechanism, transportation equipment and the control device of hollow glass intelligent warehousing were and proposed the function modules of the storage system were installed. The overall block diagrams of the equipment in the system, the operation mode, the motion control flow and so on were described in detail. Taking a set of servo control equipment as an example, the software simulation and actual measurement of the precise position were carried out. The results indicate that the system can monitor the motion parameters in real time, and can realize the precise position control function, has high reliability and meets the requirements of precise positioning.

Key words: servo control; intelligent storage system; location positioning

0 引 言

中空玻璃以隔热效果好、隔音效果强等特点,广泛应用于建筑、家具等行业^[1-6]。玻璃仓储系统是玻璃配对、分拣、储存为一体的新型智能控制的玻璃深加工设备,适用于玻璃钢化后,中空前的玻璃生产缓冲存储。该系统实现了玻璃精准配对、快速调度、减少多次储存带来的玻璃划伤,是玻璃深加工行业实现全程自动化

生产的核心设备^[7]。

国外的中空玻璃深加工设备主要以李赛克公司为主,文献相对较少。随着国内中空玻璃深加工产业的飞速发展,国内深加工设备逐渐赶上世界水平^[8],但是中空玻璃仓储系统主要以进口设备为主,售价较高,增加了玻璃生产的成本。由于国内对中空玻璃仓储系统的研究主要是在软件平台上对设备运行的可靠性进行仿真分析^[9-10],为此自主设计一套智能的玻璃仓储

收稿日期:2017-03-19

作者简介:苏祥瑞(1993-),男,山东枣庄人,硕士研究生,主要从事工业自动化方面的研究。E-mail:suxiangrui@163.com

通信联系人:孙晖,男,副教授,硕士生导师。E-mail:sunroam@188.com

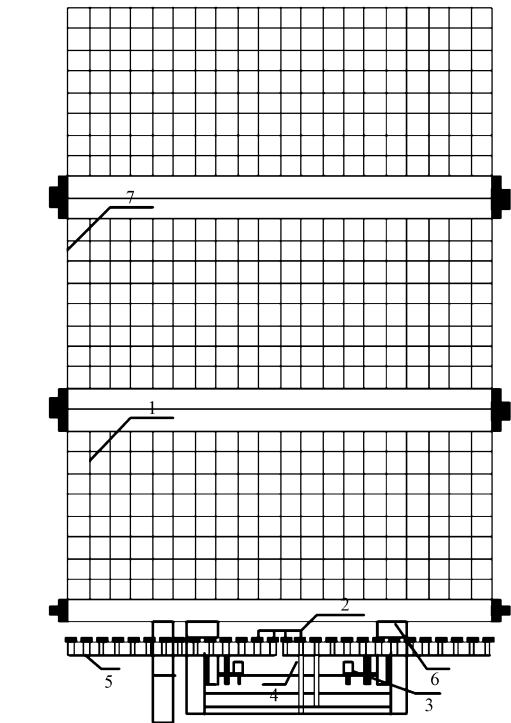


图 4 网格架系统结构示意图

1—网格架;2—Y轴传送电机;3—气缸装置;4—行进开关;5—传送轮;6—X轴传送电机;7—巷道

底部搬运小车依靠 Y 轴传送电机进行运动寻址,到达指定的巷道下面;依靠 X 轴传送电机进行玻璃的出入库传送;依靠 Z 轴气缸装置将底部玻璃传送架进行升降。

网格架下有多个底部搬运小车,底部小车相对于出入库小车运行速度较慢,根据要到达的巷道位置信息,采用多个小车协调运动和分区域最近距离的原则,缩短运行距离,提高出、入库的效率。

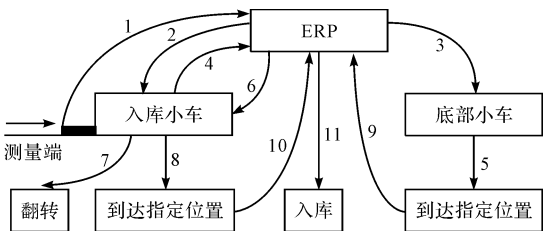
2 运动控制流程

出、入库小车设备采用 3 台伺服电机分别实现小车的导轨行进、玻璃承接板的翻转、玻璃的滚轮组滚动操作。底部小车由两台伺服电机担任行进和传送任务。

网格架的巷道对应不同的位置信息,将到达不同位置下的加速度、减速度、最高速度等运动控制信息提前输入伺服器中,以便在运动的过程中给定的巷道位置后快速确定运行参数。伺服器会实时根据检测编码器返回的脉冲数据,对运动控制参数进行调整,使停车位置更加精确。承接板的翻转角度决定了玻璃运送的可靠性,采用两个限位开关限制翻转的角度。

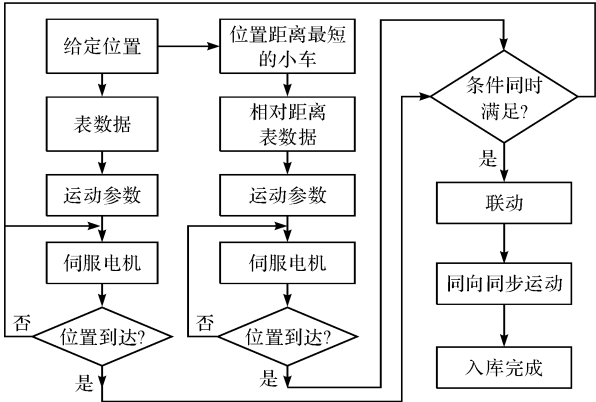
在工作过程中,玻璃进入测量端时,ERP 系统收到玻璃到达指令后,给伺服器下达巷道的位置信息。伺服器接收到位置信息后,读取已储存在伺服器内该位置的电机运行的各个参数,并向电机输出速度指令。

同时,监测位置的绝对值编码器会实时反馈脉冲数检测得到位置信息,伺服器根据反馈的信息对速度进行调节,控制电机的精确停止。在电机运动的过程中,翻转电机会使翻转承接板翻转一定的角度,保证玻璃在搬运过程中平稳、可靠。到达指定的巷道位置后与底部搬运小车进行联动,进行入库操作,玻璃运行的过程中有众多传感器不断监测玻璃实时的位置,防止玻璃进库时移动距离过多而脱落。玻璃仓储系统的控制及流程图如图 5 所示。



(a) 仓储系统控制框图

1—玻璃到达信息指令;2—到达目的地指令;3,6—目标位置指令;4—到达指令;5,8—小车 Y 轴运动控制;7—翻转指令;9、10—到达指令位置;11—入库指令



(b) 入库程序流程图

图 5 仓储系统流程图

3 实验及结果分析

该实验是在 Lenze 公司的 E94A 系列伺服器的实验平台上进行实验仿真,所搭建的伺服控制实验平台如图 6 所示。该伺服器除了伺服的基本功能外,还兼具 PLC 功能,可根据需要进行编程,修改程序参数,以满足不同的功能,通过诊断配置器实时监测伺服器反馈的数据信息。

实验中,为接近工业现场需要,采用 380 V 交流电进行伺服器和伺服电机的供电,用数字量开关代替工业上的零点,主要进行小车运行开始时寻零点操作,为实验中找到位置参考点。

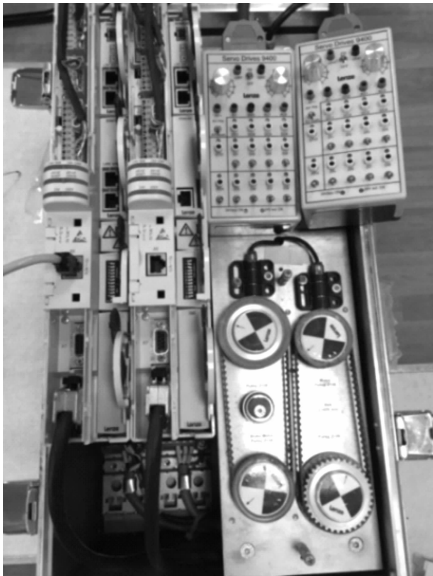


图 6 伺服器实验平台实物图

该系统中的伺服电机除了驱动还要具备精确地定位功能,以下针对出入库搬运小车中的 Y 轴方向的电机进行仿真分析。该实验中伺服器和伺服电机的外部电气连接图如图 7 所示。

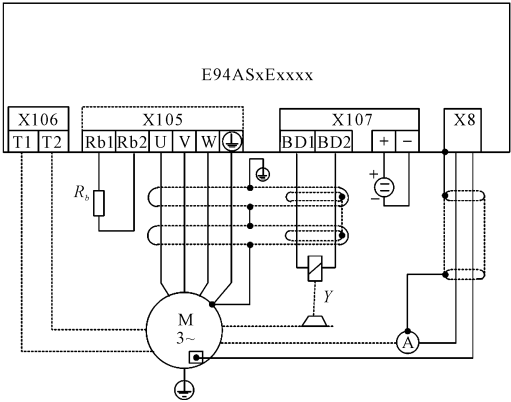


图 7 伺服器外部接线图

T1,T2—温度传感器;Y—电机握持制动;X8—绝对值编码器反馈; R_b —刹车电阻

T1、T2 与电机的温度传感器相连接避免电机的短路; R_b 是为了防止电机制动时产生大量的制动能量对伺服器的损害,Y 是电机的紧急停止模块,X8 是绝对值编码器,实时检测电机的位置信息。可靠的保护和反馈系统保证了整个设备的稳定、安全运行。

本研究采用表定位的位置定位方式,在 Lenze 公司开发的 Engineer 软件中仿真。表定位的运动参数如表 1 所示。

表 1 表定位的运动参数

Position/unit	Speed/ ($r \cdot \min^{-1}$)	Accel/ ($\text{unit} \cdot \text{t}^{-1}$)	Decel/ ($\text{unit} \cdot \text{t}^{-1}$)	S-ram/s
3 000	800	200	200	0.05

本研究将如表 1 所示的位置的参数输入到伺服器表定位的功能块中,利用软件调用表定位里面的数据信息。

本研究通过软件监测电机的实际速度,通过光电位置传感器返回电机运行的实际位置,在 Data logger 界面中得到仿真波形。仿真结果如图 8 所示。

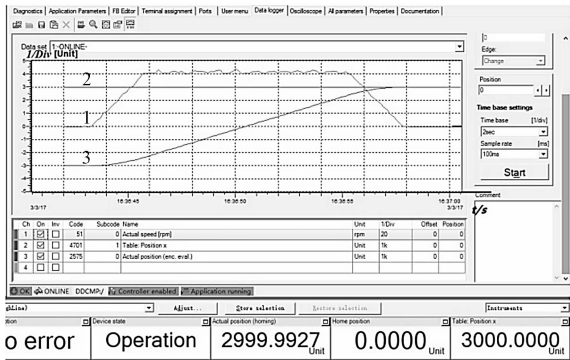


图 8 位置仿真图

1—实际速度曲线 (Actual speed[rpm] $1/\text{Div} = 20$);2—表定位的位置曲线 (Table: Position x[unit] $1/\text{Div} = 1\text{k}$);3—实际的位置曲线 (Actual position[unit] $1/\text{Div} = 1\text{k}$)

实际位置到达 2 999.992 7 unit($\text{unit} = \pi D/1\ 800$, 转盘的直径 $D = 50\ \text{mm}$),绝对误差为 $-6.37 \times 10^{-4}\text{mm}$ 。电机运行的最大速度也在 800 rap 左右,和设置的结果近似相等。

为防止产生偶然误差,本研究进行每个位置多次实验测量取平均的方法,实验结果如表 2 所示。

表 2 不同位置的运动参数

设定位置/unit	3 000	2 000	1 000
平均值/unit	2 999.996	2 000.002	999.998

计算后得到相对误差分别为 0.000 13%、0.000 1%、0.000 2%,实验结果足以满足实际设备对位置精确的要求。

4 结束语

本文提出了智能化中空玻璃仓储系统的总体方案,并搭建硬件平台进行了实验验证,结果表明:该系统可以实现搬运小车的精确停车。进行了实物平台设计与应用,对提出的智能化中空玻璃仓储系统进行了验证,实验表明:在运行性能和精度上该系统与国外的水平相近,运行可靠,可以替代进口设备。

下一阶段工作是为该系统开发一套配套的 ERP 系统,由于 ERP 系统是该实验平台的上层管理系统,为进一步提高系统的工作效率,需要完善 ERP 系统对小车

之间协调运动的控制方法,以提高整个系统的效率。

参考文献 (References):

- [1] 玉 怀. 加快中空玻璃在我国的应用和发展[J]. 中国建材, 2000(2): 59-59.
- [2] 邵凤丽. 中空玻璃的发展与应用[J]. 科技信息: 学术版, 2006(6): 266-267.
- [3] 黄春勇. 中空玻璃的热工性能研究及其在住宅建筑上适用性分析[D]. 重庆: 重庆大学城市建设与环境工程学院, 2008.
- [4] 戚永河. 中空玻璃节能概述[J]. 门窗, 2007(3): 25-28.
- [5] 邱永忠. 中空玻璃在建筑节能中的应用[J]. 上海建材, 2009(2): 15-17.
- [6] 郑立新. 中空玻璃在我国的应用与发展[J]. 科技创新导报, 2008(13): 7-7.
- [7] 林贵祥. 面向中空玻璃自动化生产线的快速定制设计方法[D]. 广州: 广东工业大学机电工程学院, 2016.

- [8] 徐美君. 中国加工玻璃(含原片玻璃生产)机械装备的市场发展[J]. 砖瓦世界, 2004(9): 12-13.
- [9] 王卫星. 面向玻璃深加工智能化生产线输送设备的结构与优化[D]. 武汉: 武汉理工大学机电工程学院, 2014.
- [10] 林贵祥, 刘 强, 张 浩, 等. 一种集成仿真的快速定制设计方法[J]. 广东工业大学学报, 2016, 33(4): 44-50.
- [11] 刘昌祺, 董 良. 自动化立式仓库设计[M]. 北京: 机械工业出版社, 2004.
- [12] 冉广鹏, 傅元准. 基于 WinCC 和 S7-200PLC 的转轮除湿多点温湿度监测系统[J]. 轻工机械, 2017, 35(1): 50-53.
- [13] 姜 鑫. 基于 S7-200PLC 全自动搅拌和面机的设计与控制[J]. 包装与食品机械, 2015(4): 48-49.
- [14] 陈 燕, 郑 宾. 西门子 PLC 在立体仓库控制中的应用[J]. 大众科技, 2009(4): 34-35.

[编辑: 张 豪]

本文引用格式:

苏祥瑞, 孙 晖, 姜国均, 等. 基于伺服控制的中空玻璃智能仓储系统[J]. 机电工程, 2017, 34(11): 1299-1303.

SU Xiang-rui, SUN Hui, JIANG Guo-jun, et al. Hollow glass intelligent storage system based on servo control[J]. Journal of Mechanical & Electrical Engineering, 2017, 34(11): 1299-1303.

《机电工程》杂志: <http://www.meem.com.cn>

(上接第 1258 页)

改进后方法的重构信号的峭度值 41.55, 而单独的 EMD 分解只有 10.91, WMRA 只有 12.02, 实验结果表明提出的改进方法对故障信号分析最为显著。

4 结束语

本研究提出了基于 EMD 和改进 WMRA 相结合的滚动轴承故障诊断方法, 并运用滚动轴承实际故障数据进行了对比实验分析, 结果表明:

(1) 改进后的 WMRA 方法可以对低频段和高频段进行多分辨率分解并进行重构, 重构后的小波系数包络谱可以明显反映出故障频率;

(2) 改进后的 WMRA 方法对传统的 WMRA 没有细分的高频部分可以进一步分解, 并能够根据被分析信号的特征, 自适应地选择相应的频段, 使之与信号频谱进行匹配;

(3) 相比传统故障诊断的方法, 所提出的方法可以更加有效提高滚动轴承早期故障诊断的准确性。

参考文献 (References):

- [1] TSAO W C, LI Y F, LE D D, et al. An insight concept to select appropriate IMFs for envelope analysis of bearing fault-diagnosis[J]. **Measurement**, 2012, 45(6): 1489-1498.
- [2] 吴 强, 孔凡让, 何清波, 等. 基于小波变换和 ICA 的滚动轴承早期故障诊断[J]. 中国机械工程, 2012, 23(7): 835-840.

- [3] 田 昊, 尚利民, 康小勇, 等. 基于 FastICA 的阶次倒谱分析在齿轮箱故障诊断中的应用研究[J]. 机械, 2016(12): 65-69.
- [4] 周文晖, 林丽莉, 顾伟康. 改进型小波多分辨率分析及小波梳状滤波器[J]. 浙江大学学报: 工学版, 2004, 38(12): 1654-1659.
- [5] 屈海清, 段腾龙, 程汉列. 基于小波变换的机械振动信号预处理研究[J]. 石油和化工设备, 2017, 25(2): 167-169.
- [6] LIU B, RIEMENSCHNEIDER S, XU Y. Gearbox fault diagnosis using empirical mode decomposition and Hilbert spectrum[J]. **Mechanical Systems and Signal Processing**, 2006, 20(3): 718-734.
- [7] 宗银雪, 张 靓, 李铁军, 等. 基于 EMD-ICA 音频特征提取的故障诊断系统设计[J]. 机械设计与制造, 2016, 15(9): 99-101.
- [8] 陈 林, 王兴松, 张逸芳, 等. 阀门故障诊断技术综述[J]. 液体机械, 2015, 43(9): 36-42.
- [9] 王 超, 朱宏平, 吴巧云, 等. 基于小波多分辨率分析的结构时变参数识别[J]. 华中科技大学学报: 自然科学版, 2016, 10(13): 243-245.
- [10] Case Western Reserve University Bearing Data Center[DB/OL]. http://www.eecs.cwru.edu/laboratory/bearing/welcome_overview.htm.

[编辑: 李 辉]