

基于工业控制计算机的全自动编带机控制技术研究

马宏伟¹, 王玉林¹, 赫东锋¹, 林琳², 缪来虎²

(1. 西安工业大学, 西安 710032; 2. 华腾半导体有限责任公司, 深圳 518000)

摘要: 在分析 LED 全自动编带机控制系统的基础上, 针对 PLC 控制系统中功能模块多, 造成功能分散、系统集成度低、成本高等问题, 基于工业控制计算机和通用板卡, 构建了全自动编带机控制系统, 通过对编带机控制技术进行讨论, 选用了合理的硬件板卡。使用系统化方法划分控制系统中的软件模块, 利用 VC++6.0 编写控制程序, 实现了编带机所需功能。经调试运行, 该编带机控制系统比传统 PLC 控制系统有更高的集成度、可操作性及性价比。

关键词: 编带机; 工业控制计算机; 控制技术

中图分类号: TB486+.03 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2012)21-0096-04

Research of Automatic Braiding Machine Control Technology Based on Industrial Control Computer

MA Hong-wei¹, WANG Yu-lin¹, HE Dong-feng¹, LIN Lin², MIU Lai-hu²

(1. Xi'an University of Technology, Xi'an 710032, China; 2. Shenzhen Hi-test Semiconductor Equipment Co., Ltd., Shenzhen 518000, China)

Abstract: LED automatic braiding machine control system was analyzed. Automatic braiding machine control system was constructed using industrial control computer and universal interface card to solve the problems of functions dispersion, low integration, and high cost of PLC control system. Reasonable hardware interface boards were selected based on discussion of braiding machine control technology. Software modules of the control system were divided using systematic method and control program was developed using VC++6.0 to realize the braiding function. Practical operation showed that the control system has higher integration, better maneuverability, and higher performance-to-price ratio than traditional PLC based control system.

Key words: braiding machine; industrial control computer; control technology

贴片式 LED 是基于表面贴装技术研发的一种新的半导体发光电子器件, 其用途广泛, 可应用于液晶显示、背光源、手机按键指示、仪表背景照明、汽车照明、装饰照明等领域。

为了适应插件机的工作需求, 实现电子产品的规模化高速生产, 提高企业的生产效率, 必须使用编带机对散装元件进行编带。编带机的作用是对 LED 料件全自动封装, 编好带的 LED 料件便于运输和用于自动贴片机。对于 LED 二极管的编带, 传统的生产方式是手工编带, 手工编带生产能力有限、生产效率低、劳动强度大、生产成本低。我国刚开始使用的

LED 自动封装设备大部分是进口国外的机器, 外国的设备价格昂贵, 他们把关键的技术进行了封锁^[1-2]。最近几年我国借鉴国外的研究思路, 开始研究开发适合本国编带要求的机器, 现在的 LED 编带机主要是用 PLC 控制机器完成编带任务。而 PLC 的体系结构是封闭的, 各 PLC 厂家的硬件体系互不兼容, 造成控制系统不容易扩展和集成。与 PLC 控制系统相比, 工业控制计算机系统采用的是总线控制, 具有较低的安装和维修成本, 而且系统的操作性强、适用性广、兼容性好, 这些优点便于将图像检测模块融合到控制系统中, 从而使控制系统的集成度增强。文中研究的是利

收稿日期: 2012-09-06

作者简介: 马宏伟 (1985-), 男, 河南人, 西安工业大学硕士生, 主攻包装工程。

用工业控制计算机和通用板卡来控制编带设备的方法。

1 编带机的工作原理

工艺流程包括 LED 料件的装载、料件的搬运、料件的测试、料件的剔除、料件的换向、料件的对中、编带、视觉检测及热封装等,见图 1。

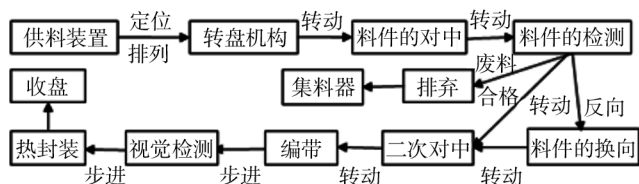


图 1 工艺流程

Fig. 1 Technological process

供料装置主要是由圆形振动给料器和直线振动给料器组成,其作用是将料件按照一定的顺序排列后输送到吸料台上。料件的搬运装置主要是由转盘机构组成,其作用是将吸料台上的料件,逐个传送到对中、测试、换向、编带等工位。其原理是由伺服电机带动有 16 个吸头的转盘在专用凸轮上运动,实现转盘的转动和上下的合成运动。料件的测试主要是由测试仪组成,其作用是将转盘传送的料件进行检测,根据检测的结果将它们进行分类,为后续工序做准备。料件的剔除是利用电磁阀吹气把检测到的坏料吹到集料器中。料件的换向是利用伺服电机带动机构使料件按照设定角度进行旋转,实现极性方向的转换。料件的对中是通过伺服电机带动凸轮机构实现对料件的定位。料件的编带是通过步进电机带动有载带的带轮运动,使带轮和吸头运动方向相反,完成编带工作。视觉检测由光源、摄像机、图像采集卡组成,其作用是对料盒内编带的 LED 料件的有无、方向标识、缺陷等进行检测。最后对检测合格的载带盒进行热封装,再用收带电机对载带进行收盘。

2 控制系统总体设计

2.1 控制系统的硬件组成

控制系统采用工业控制计算机控制,控制系统的框图见图 2。控制系统的核心是工业控制计算机,通过使用运动控制卡、图像采集卡和 I/O 卡等标准板卡

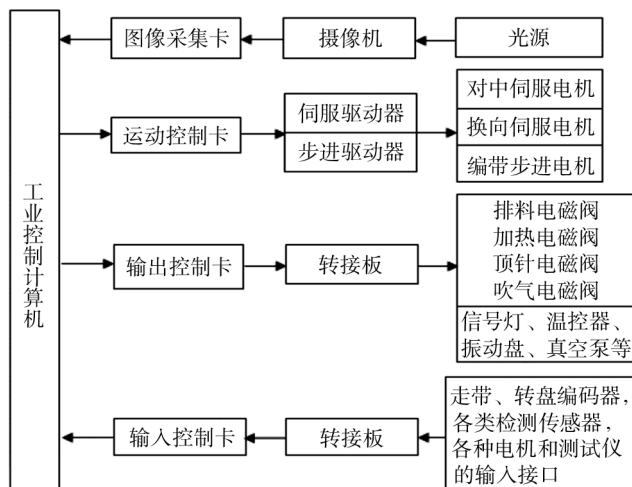


图 2 控制系统组成

Fig. 2 Block diagram of the control system

来控制电机、摄像机、传感器和开关量等,共同协调动作完成编带任务。

控制系统采用 MPC-08SP 四轴运动控制卡,可独立控制对中电机、换向电机和编带步进电机动作,实现对各个电机的独立控制。研华 PCL-733 数字量输入控制卡和 PCL-735 继电器输出控制卡,能够支持多卡共用,所以能满足硬件设计所需要的 51 路输入和 36 路输出要求。图像采集卡采用的是 OKC20 卡,其功能是将图像信号以标准的 PAL, NTSC 制信号采集到计算机中,是图像处理必不可少的硬件设备。

2.2 软件模块划分

控制系统软件模块划分为自动运行、手动运行、参数设定、图像检测、数据管理、系统维护、帮助等部分,见图 3。

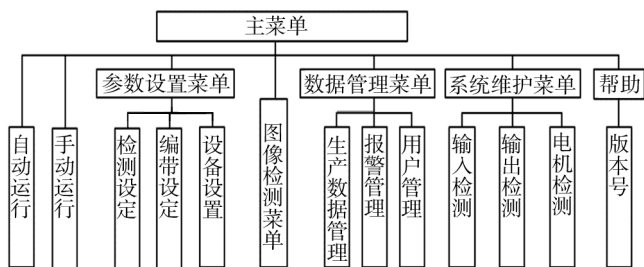


图 3 软件模块划分

Fig. 3 Software module partition

自动运行中包括全自动运行和其他辅助的自动操作,其中全自动运行是机器正常工作的状态,按下此按钮时机器会自动完成编带工作。手动运行是对

单个机构的操作,便于观察和调整机器,使机器处于最佳工作状态。参数设置由检测设定、编带设定和设备设定组成,其主要作用是对检测的料件、编带的参数和编带机中设备参数进行设定。图像检测是对检测的范围、方式、条件等进行设置。数据管理是对生产的数据和编带信息进行管理。系统维护中包含输入量检测、输出量检测和电机测试,可手动改变各量的状态,方便操作人员调试和维修。

3 自动运行功能的实现

3.1 多线程技术

线程是程序中一个单一的顺序控制流程。在单个程序中同时运行多个线程完成不同的工作,称为多线程。多线程是为了同步完成多项任务,不是为了提高运行效率,而是为了提高资源使用效率从而提高系统的效率。线程是在同一时间需要完成多项任务的时候实现的。编带机的编带工作是在各个机构的并行动作下完成的。为了使编带机的各个机构,在高速下同时动作完成编带任务,必须使用多线程控制技术。

3.2 多线程的划分与同步

控制系统在操作时首先打开应用程序显示控制界面,再初始化通用板卡启动后台控制线程,通过改变控制界面中操作项目来改变各个线程的状态,执行相关的操作功能。其工作流程见图 4。

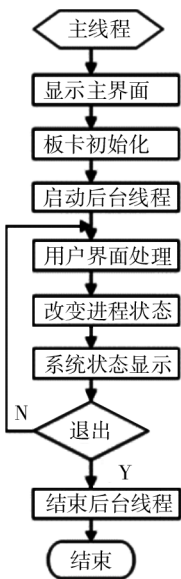


图 4 控制系统流程
Fig. 4 Control system flow

计一个复杂的多任务系统时,合理的线程划分对系统的运行效率、实时性和执行速度影响极大。为了提高并发的执行效率,在线程划分时,将相对独立的线程能够和其他线程同时执行的功能划分到一个线程中,减少线程的切换次数。自动运行的线程可划分为转盘线程、振动盘处理线程、对中线程、测试线程、吹料线程、换向线程、编带线程、视觉检测线程和 I/O 线程。转盘线程是自动运行的控制核心,必须使转盘线程的执行时间最短,这样才能够提高转盘转角的分辨率。对于对中线程、换向线程、编带线程、视觉检测线程,他们的执行时间长必须作为单独线程,否则在程序执行过程会因 windows 时间片的切换,造成这些线程的执行时间不稳定。如果把 I/O 线程和振动盘处理线程合并到一个线程中,那么在高速编带的情况下 I/O 线程调度电磁阀会超时报警,没有单个线程执行程序稳定。在执行自动运行操作之前先检查电磁阀、电机等是否准备就绪,如果准备就绪运行 I/O 线程检查温控器温度、真空泵压力是否达到运行标准。再启动转盘线程,通过不断读取转盘编码器的角度来启动对中线程、测试线程、吹料线程、换向线程、编带加热线程和视觉检测线程的并行动作共同完成编带任务。同时通过定时器在指定时间内将系统中的编带信息、检测结果、报警信息等状态信息显示到控制界面。在对线程的编写时要使线程最优,这样才能保证线程执行时间最短,能够给系统预留充足的时间来调度各个线程动作,从而增加系统的实时性。系统的 I/O 线程流程见图 5,系统的自动运行流程见图 6。

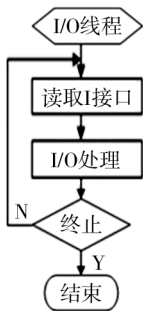


图 5 I/O 线程流程
Fig. 5 I/O thread flow

图 6 中的 DXX 为人机输入参数,其值为转盘角度,可以根据实际情况对这些参数进行微调,使转盘速度达到最大值,保证所有的动作机构能够协调工作达到生产能力最大值。

全自动编带机是一个多任务并发的实时系统,设

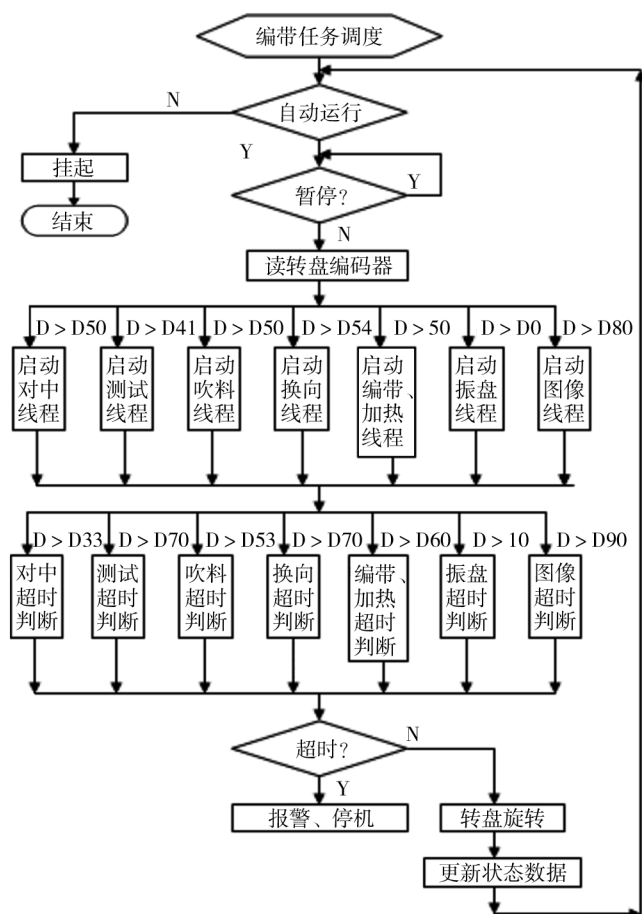


图6 系统自动运行流程

Fig. 6 System automatic operation flow

4 结果与讨论

通过实际运行证明,运用工业控制计算机控制编带机编带的方法是能够实现编带任务。在调试过程中对分配线程的执行时间进行测试,见表1,根据当前线程分配编写的自动运行控制程序,所达到的生产能力为20 000个/小时。

表1 线程执行时间

Tab.1 Thread execution time

线程种类	执行时间 / ms	线程种类	执行时间 / ms
转盘线程	0.0293	吹料线程	26.4084
振动处理线程	0.0097	换向线程	59.1613
对中线程	62.9423	编带加热线程	22.3374
测试线程	15.4579	视觉检测线程	53.4873
I/O 线程	0.1855		

表1中的数据是通过运用VC++中的高精度定时器得出每个线程执行30次的时间,再对它们求平

均值得出的结果。可以看出对中线程、换向线程和视觉检测线程执行的时间比较长,分析其原因是对中线程和换向线程,在控制电机运动时间过长,在执行动作中有windows时间片切换造成动作时间过长,甚至出现超时现象。视觉检测线程时间过长是因为图像采集与传输时间长且不稳定。对于对中线程和换向线程可以通过分析时序优化程序,同时更换好的硬件,解决执行时间长问题。视觉检测线程可以通过更换数字相机和数字采集卡,更改程序中的优先级来减少视觉检测线程的执行时间。

5 结论

基于工业控制计算机和通用板卡建立的编带机控制系统,利用VC++环境把视觉检测模块集成到控制系统中,解决了PLC控制系统中功能分散的缺点。所设计的工控机控制系统程序简单、操作方便,且降低了编带机的生产成本,同时还增加了单个元器件动作的程序,这种设计会有好的市场前景。

参考文献:

- [1] 黄浩,陆芳纳. SOT-23 封装全自动测试打标编带机的总体设计[J]. 机械设计与制造,2003(10):59-61.
HUANG Hao, LU Fang-na. SOT Packaging Automatic Test Marking Braiding Machine Design[J]. Mechanical Design and Manufacturing, 2003(10):59-61.
- [2] 刘少芳,单忠频,缪来虎,等. 全自动表面贴装LED编带机的研制[J]. 电子机械工程,2008,24(2):19-24.
LIU Shao-fang, SHAN Zhong-pin, MIU Lai-hu, et al. Design of Taping System for Surface Mount Technology LED Optoelectronic Parameter[J]. Electro-Mechanical Engineering, 2008,24(2):19-24.
- [3] 付江成,陈丽珍,赵鸿燕. 基于ARM的高速编带机设计[J]. 机电工程技术,2011,40(6):38-39.
FU Jiang-chen, CHEN Li-zhen, ZHAO Hong-yan. Design of High Speed Taping Machine Based on ARM[J]. Mechanical and Electrical Engineering Technology, 2011,40(6):38-39.
- [4] 丁晓东. 片式元器件半自动编带机的研制[J]. 电子工业专用设备,2002,31(2):112-115.
DING Xiao-dong. Research and Manufacture of Semiautomatic Taping Machine for SMD[J]. Equipment for Electronic Products Manufacturing, 2002,31(2):112-115.

(下转第129页)

- [11] 曾碧新,陈式苏. 人眼时空调制传递函数测试系统[J]. 中华医学物理杂志,1996,1(13):60-62.
Zeng Bi-xin, Chen Shi-su. Apparatus for Measuring Temporal-spatial MTF of Human Eye[J]. Chinese Journal of Medical Physics, 1996, 13(1): 60-62.
- [12] 曾碧新,陈式苏. 全视系统空间 MTF 测试系统设计[J]. 眼视光学杂志,2002,4(3):167-169.
ZENG Bi-xin, CHEN Shi-su. Design of a Pattern for Measuring Spatial MTF in the Human Visual System[J]. Chinese Journal of Optometry & Ophthalmology, 2002, 4(3): 167-169.
- [13] 周燕,金伟其. 人眼视觉的传递特性及模型[J]. 光学技术,2002,28(1):57-61.
ZHOU Yan, JIN Wei-qi. The Transfer Characteristic of Human Visual System and Models[J]. Optical Technique, 2002, 28(1): 57-61.
- [14] 张建勇,金伟其,周燕. 人眼的彩色和亮度传递特性及模型化[J]. 应用光学,2003,24(4):1-5.
ZHANG Jian-yong, JIN Wei-qi, ZHOU Yan. The Color and Luminance Transfer Characteristic and Modeling of Human Visual System [J]. Journal of Applied Optics, 2003, 24(4): 1-5.
- [15] 姚军财,石俊生. 彩色图像对比度定义的探讨[J]. 云南师范大学学报,2006,26(4):49-51.
YAO Jun-cai, SHI Jun-sheng. Discussing the Definition of Color Image Contrast[J]. Journal of Yunnan Normal University, 2006, 26(4): 49-51.
- [16] 石俊生,姚军财,余鸿飞,等. 用显示器测量人眼衬比度敏感函数[J]. 光学学报,2007,27(4):744-748.
SHI Jun-sheng, YAO Jun-cai, YU Hong-fei, et al. Measurement of Luminance Contrast Sensitivity Function of Human Visual System on Cathode Ray Tube Display[J]. Acta Optica Sinica, 2007, 27(4): 744-748.
- [17] 姚军财,申静,何军峰,等. 不同视力的人眼对比度敏感视觉特性实验研究[J]. 科学通报,2008,53(22):2730-2734.
YAO Jun-cai, SHEN Jing, HE Jun-feng, et al. Experimental Research on Characteristics of Contrast Sensitivity of Different Visual Acuity [J]. Chinese Science Bulletin, 2008, 53(22): 2730-2734.
- [18] 姚军财,石俊生. 人眼对比度敏感视觉特性及模型研究[J]. 光学技术,2009,35(3):334-337.
YAO Jun-cai, SHI Jun-sheng. Research of Contrast Sensitivity Characteristics and Model of Human Vision System [J]. Optical Technique, 2009, 35(3): 334-337.
- [19] 吕玮阁,徐海松,汪哲弘,等. 基于不同颜色方向和空间频率的彩色对比灵敏度特性研究[J]. 光学学报,2011,31(1):1-6.
LYU Wei-ge, XU Hai-song, WANG Zhe-hong, et al. Investigation of Chromatic Contrast Sensitivity Based on Different Color Directions and Spatial Frequencies [J]. Acta Optica Sinica, 2011, 31(1): 1-6.
- [20] MODELTEST Methods[EB/OL]. (1999-11-01)[2006-06-06]. <http://vision.arc.nasa.gov/modeltest/methods.html>.
- [21] 汪哲弘,徐海松. 基于视觉容差与色调角相关性的色差公式评价[J]. 光学学报,2009,29(7):1838-1841.
WANG Zhe-hong, XU Hai-song. Evaluation of Color Difference Formulae Based on the Correlation Between Visual Tolerances and Hue Angles [J]. Acta Optica Sinica, 2009, 29(7): 1838-1841.

~~~~~  
(上接第99页)

- [5] 樊勇,杨桂喜,李振亮,等. SOT 型半导体元器件自动编带机的编带装置设计[J]. 微机计算机信息,2006,22(6):47-49.  
FAN Yong, YANG Gui-xi, LI Zhen-liang, et al. Development on the Taping Unit for SOT Semiconductor Component Taping Machine [J]. Micro Computer Information, 2006, 22(6): 47-49.
- [6] 陈晓艳,李振亮,李亚,等. 贴片二极管编带机自动控制技术的研究[J]. 自动化仪表,2006,27(11):36-38.  
CHEN Xiao-yan, LI Zhen-liang, LI Ya, et al. Study on Automatic Control Technology for Plastic Leading Packaging Machine of Small Outline Diodes [J]. Process Automation Instrumentation, 2006, 27(11): 36-38.
- [7] 李振亮,门武斌,李亚,等. SOT123 编带机的方案设计与研究[J]. 轻工机械,2006,24(1):133-135.  
LI Zhen-liang, MEN Wu-bin, LI Ya, et al. The Scheme Design and the Study on the Fully Automatic SOT123 Diode Taping-machine [J]. Light Industry Machinery, 2006, 24(1): 133-135.
- [8] 肖玮,孙智慧,晏祖根. 粉针剂连续振动充填装置的仿真设计[J]. 包装工程,2012,33(3):63-66.  
XIAO Wei, SUN Zhi-hui, YAN Zu-gen. Simulation Design of Continuous Vibration Filling Machine of Injectable Powder [J]. Packaging Engineering, 2012, 33(3): 63-66.