

基于 PLC 和触摸屏的胶囊印字系统设计

聂琼¹, 伍永豪², 陶杰¹

(1.苏州农业职业技术学院, 苏州 215008; 2.武汉科技大学, 武汉 430083)

摘要: **目的** 研究胶囊印字机的自动控制系统及人机界面的印字方案, 从而实现胶囊自动印字控制系统的设计, 完成胶囊印字和检测的全自动工业过程。**方法** 从胶囊印字这一工业过程控制对象出发, 基于 PLC 和触摸屏技术, 制定胶囊印字机胶囊印字控制系统的总体方案设计, 对胶囊印字这一工业过程进行控制, 并且计数显示结果。**结果** 该控制系统简单易操作、可靠稳定性好, 极大地提高了生产效率和产品合格率, 通过测试最大生产效率可高达 70 000 粒/小时, 合格率高达 99.95% 以上。**结论** 设计出的胶囊印字系统可以实现胶囊上料、印字、废品检测和剔除、计数、出料的工业过程控制。经触摸屏操作可手动、自动控制工业过程, 具有产量数、装箱数、合格数、废品数的计数限值设定和清零、报警等功能。**关键词:** 胶囊印字; 控制系统; PLC; 人机界面

中图分类号: TB486; TS803 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2017)05-0171-07

Design of Capsule Printing System Based on PLC and Touch Screen

NIE Qiong¹, WU Yong-hao², TAO Jie¹

(1.Suzhou Polytechnic Institute of Agriculture, Suzhou 215008, China;

2.Wuhan University of Science and Technology, Wuhan 430083, China)

ABSTRACT: The work aims to study the automatic control system of capsule printing machine and the printing scheme of human-machine interface (HMI), so as to achieve the design of capsule automatic printing control system and complete the automatic industrial process of capsule printing and detection. Starting with the industrial process control objects for the capsule printing, and based on PLC and touch screen technology, an overall scheme design of capsule printing control system for capsule printing machine was made to control the process of capsule printing industry and count the results. The control system was easy to operate with good reliability, which greatly improved the production efficiency and product percent of pass. Through test, the maximum production efficiency could reach 70 000 pcs/h and the percent of pass was over 99.95%. The capsule printing system designed can achieve control over the industrial process of capsule feeding, printing, waste detection and elimination, count and discharge. The industrial process can be manually and automatically controlled by operating the touch screen and the functions, such as setting, zero clearing and alarm of count limits of production number, packaging number, and the number of qualified products and rejects are provided.

KEY WORDS: capsule printing; control system; PLC; HMI

随着医药行业和保健品行业的不断发展, 药品包装技术不断革新, 人们对药品安全和防伪技术要求日益增高, 尤其是胶囊的食用安全和印字防伪标识方面。在国外胶囊印字技术已经相对比较成熟, 并且和 3D 激光打印技术以及互联网+技术相结合^[1], 符合制药机械设备 GMP 生产标准, 利用 PLC、触摸屏和变

频器技术, 胶囊印字生产效率高、操作简单、系统稳定。在国内 2006 年中国就已经成为一个空心胶囊生产和内销大国, 年产量约 1000 亿粒, 占世界产量的 30%^[2]。虽然企业朝着工业 4.0 的方向发展进行逐步升级, 但是还有很大的距离。目前很多企业流水线上的胶囊印字机采用油墨喷码式和继电器接触器控制

收稿日期: 2016-04-13

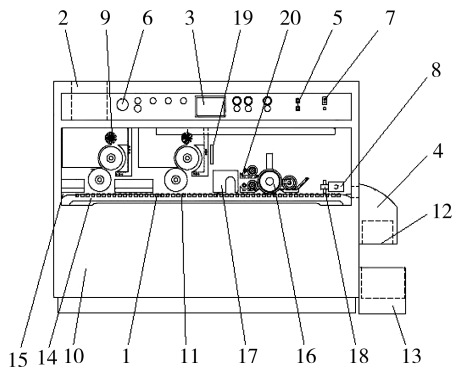
基金项目: 湖北省教育厅科学技术研究项目 (B2013262); 苏州农业职业技术学院青年教师科研能力提升计划 (PPN201510); 2016 年度江苏省现代教育技术研究课题 (2016-R-47022)

作者简介: 聂琼 (1981—), 女, 硕士, 苏州农业职业技术学院讲师, 主要研究方向为电子信息工程、物联网技术、自动化控制等。

系统,印字速度有限,生产效率不高,而且不符合 GMP 生产标准,操作不方便,维修困难^[3-4]。介绍一种采用食用油墨印刷式基于 PLC 和触摸屏的胶囊定向双色印字系统的设计,使胶囊印字的过程操作简单、生产效率高、废品率超低、性能稳定。

1 机械结构

该胶囊印字系统的机械结构整体设置前后 2 个通道,整机结构主要由机体、传动机构、毛刷和振动机构、印字机构、废品检测和剔除机构、变频器、PLC 电气控制系统、人机界面、传感器等构成。传动机构的功能就是将入料箱中的胶囊一粒一粒的推出至平链上,通过平链的移动送到印刷工位,印字部件的功能是将食用油墨通过印字胶轮印在胶囊上。毛刷和振动部件的作用是为了让胶囊能准确地进入链条上的胶囊模孔,并嵌入标准位置。剔除部件的功能是将不合格的胶囊从平链上的模孔上剔除,废品胶囊剔除装置主要由顶针、顶板和凸轮顶杆机构构成。PLC 控制系统是整机的核心控制器,控制各执行机构的执行过程和先后顺序,从而实现各个步骤的功能。变频器的功能是通过控制主轴电机来控制平链的运行速度,PLC 通过 modbus 总线与变频器连接。运动系统的功能则是按照 PLC 的程序指令,驱动相关机构部件执行运动动作^[5-7]。通过人机界面可进行胶囊计数显示和各参数设定,并且实现启动、停止、计数开/关等操作。



1.胶囊模孔 2.入料箱 3.触摸屏 4.出料器 5.计数显示 6.报警器 7.手动/自动切换开关 8.废品剔除机构 9.毛刷机构 10.机体 11.传送链 12.集料箱感应器 13.集料箱 14.振动机构 15.鼓风机 16.印字胶轮 17.按压块 18.色标传感器 19.光电感应器 20.油墨盒

图 1 机械结构

Fig.1 Mechanical structure diagram

2 胶囊印字系统的整体架构思路

胶囊印字系统整体包括输入信号部分、PLC 控制器、采样部分、输出控制部分以及通讯部分,见图 2。输入信号部分包括人机界面信号和按钮开关信号;采

样部分包括光电感应器、色标传感器、集料箱感应器这 3 种传感器;PLC 作为核心部分主要完成输入输出数据的传输和处理工作;输出控制部分主要包括对变频器的控制、毛刷控制、振动控制、风机控制、报警器控制、出料器控制、剔除控制等;通讯部分主要由通讯模板和上位机 2 部分组成^[8]。

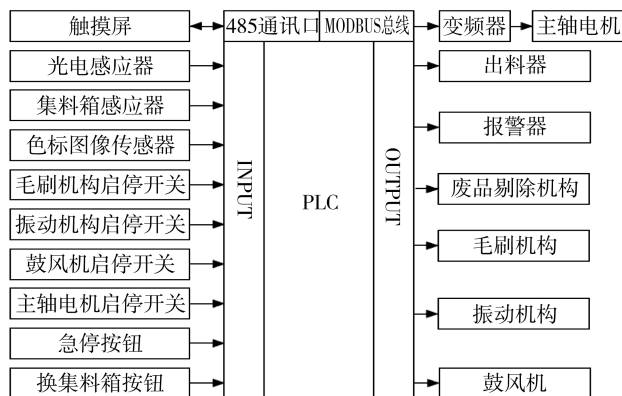


图 2 系统架构

Fig.2 System architecture diagram

当处于自动模式时,流水线上已生产好的硬胶囊进入胶囊印字系统的入料箱后,胶囊经传动机构填入平链上的胶囊模孔里。此时胶囊总数会被计数和印字,如还存在已嵌入模孔的废品,此时色标传感器检测后废品计数,然后通过剔除装置剔除,并且将合格品计算值和废品计数值进行计数数显和人机界面显示。计数完成后当集料箱感应器检测到集料箱后,合格数、废品数归零,出料器自动抬起后,主轴停止运行,振动动作停止,报警器报警。直到达到装箱数设定值,出料箱被拿走后,主轴电机运行,振动、毛刷、风机开,报警器停止,继续计数。整个过程需要完成“上料→印字→废品检测和剔除-计数数显→出料”步骤,以后往复运行^[9]。

3 控制系统硬件设计

3.1 硬件配置及选型说明

1) PLC 核心控制器。基于 PLC 与触摸屏胶囊印字系统的核心控制器采用 PLC,PLC 相比单片机而言,有编程更适合工业控制现场调试和维护的要求,成熟稳定对工业现场环境适应能力强,直接选型、设计及生产的优点。根据基于触摸屏与 PLC 的胶囊印字系统的系统框架,PLC 则选用 schneider 公司的 TM218LDA 40DRPHN,拥有 24 个离散输入端,12 个继电器输出端,分别拥有 1 个 USB 口和 2 个 RS485 串口,并且支持 modbus 协议^[10]。TM218LDA40DRPHN 具有体积小、功能强大、通讯方式丰富、编程软件完善、硬件质量精制、易于安装和调试等特点,性价比较高。

2) 人机界面。人机界面选用的是施耐德纯工业级 65536 色真彩 TFT 触摸屏,型号为 HMISTU855。

它包含尺寸为 5.7", 像素为 320×240 的液晶显示屏。24VDC 供电, 内置一个支持远程监控的以太网 TCP/IP 口, 还有一个 USB A 型口和一个 USB B 型口。USB A 型口支持 RS485, USB B 型口支持键盘、打印机等^[15]。整机开放性好, 内置驱动多, 扩展性很强, 兼容性和配套性较好。

3) 变频器。变频器选用施耐德 ATV12 系列, 内置电源, 带有各 1 个输出继电器、模拟量输入端子、模拟量输出端子、逻辑输出端子和 4 个逻辑输入端子, 1 个 RJ45 接口, 内置标准 Modbus 协议通讯, 电机控制频率范围在 0.5 ~ 400 Hz, 具有跳频、预置速度、PID 调节器、故障记录、欠载与过载保护等功能。外观机构设计更人性, 操作更简单, 更省时, 用户界面友好, 下载方式多样, 可通过利用串行口通过 PC 机或者利用蓝牙通过手机对变频器进行配置参数, PCB 全部涂层, 能抵抗恶劣环境。性能、操作性和稳定性较好, 比较适用于简单工业机械和民用设备设计。广泛应用于包装、印刷、纺织、医疗等行业。

其他还有电机、报警器、按钮、传感器等部件。蜂鸣器、按钮、传感器都是选用比较常用常见的这些部件，在这里就不做详细说明了。需要特别指出的是主轴电机是 PLC 通过变频器来控制的，PLC、变频器都是选用schneider 的，主轴电机则要根据变频器匹配参数进行选择，其余 3 个电机则可以选用普通电机。

3.2 电机控制系统硬件设计

胶囊在输送的过程中,为了使胶囊精确地嵌入胶囊孔中和完成变形胶囊的剔除工作,系统首先执行毛刷运转、风机启动、平链振动的动作,这些动作都是

利用 PLC 控制各职能电机来完成的。各电机控制系统的硬件电路见图 3。图 3 中变频器为 ATV12 系列, 其中 R/L1, S/L2 为电源端子, (1) 中的 R1A, R1B, R1C 为继电器端子, 其中 R1A 为常开触点, R1B 为常闭触点, R1C 为继电器公共端; (2) 为内部 +24 V DC 电源, LO+ 为逻辑输出, LO- 为逻辑输出公共端, COM 为模拟和逻辑 I/O 公共端, LI1—LI4 为 4 个逻辑输入端, +24 V 为变频器提供的 +24 V DC 电源端子; (3) 为给定电位计, AI0 为模拟量输入端子, AO0 为模拟量输出端子, 5 V 为变频器提供的 +5 V DC 电源输入端子; (4) 为 modbus 接口, 为 485 通讯; (5) M1 为主轴电机, U1, V1, W1 为电机的三相端子; (6) M2 为鼓风机, 其中 U2, V2, W3C 为电机的三相端子, C3C 为 $1\text{ }\mu\text{f}/500\text{ V}$ 的电容; (7) M3A 为毛刷电机, 其中 U3, V3, W3A 为电机的三相端子, C3A 为 $1\text{ }\mu\text{f}/500\text{ V}$ 的电容; (8) 中 M3B 为振动电机, U4, V4, W3B 为电机的三相端子, C3B 为 $1\text{ }\mu\text{f}/500\text{ V}$ 的电容; (9) 为电源指示灯; (10) 为日光灯; MC2, MC3, MC4 为交流接触器的常开触点; SW2 为开关; L, N, PE 为火线、零线和地线。除了主轴电机是连在变频器上, 受变频器控制调速, 其余 3 个电机均为普通三相电机。当 NF1 负载型开关打到 ON 上时, 电源指示灯亮, 交流接触器 MC2, MC3, MC4 立即闭合, 这时电机 M2, M3A, M3B 同时启动, 而变频器上电后处于等待状态。变频器与主轴电机须参数匹配, 主轴电机为 400 W, 其余 3 个鼓风机、毛刷电机、振动电机的功率分别为 750, 20 和 50 W^[11]。变频器和 PLC 通过支持 modbus 协议的 RS485 串行通信口连接, PLC 通过 modbus 总线来控制变频器, 从而控制主轴运行速度。

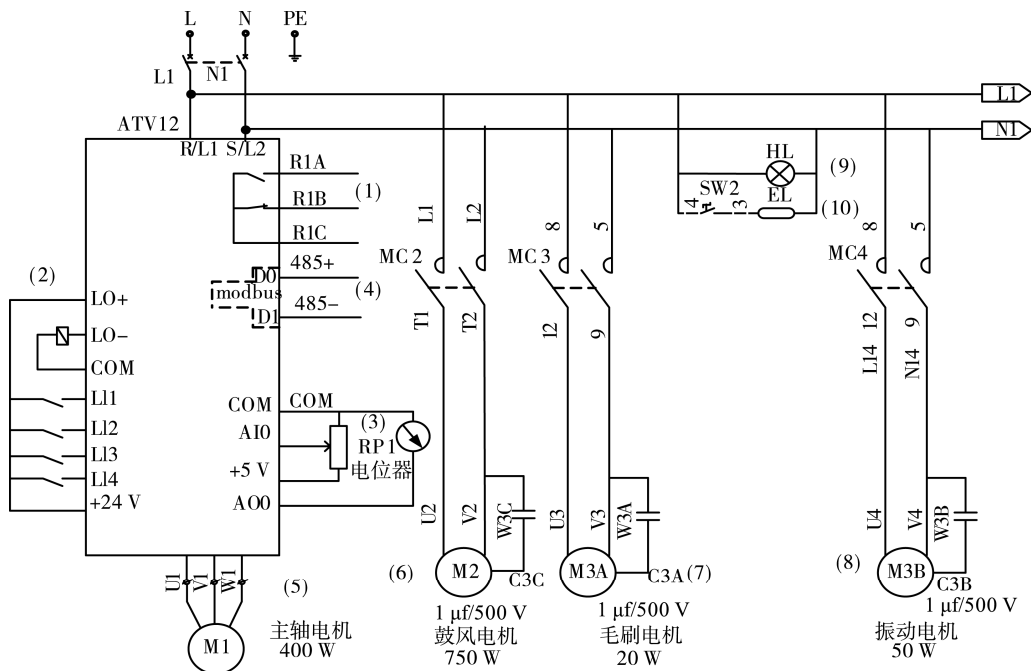


图 3 电机控制系统电路

Fig.3 Circuit diagram of the motor control system

3.3 PLC 控制系统硬件设计

根据系统整体架构思路,系统要求实现“上料→印字→废品检测和剔除-计数数显→出料”功能。PLC 选用了 schneider 的 M218 系列的脉冲输出型的 LDA40DRPHN 可编程控制器。系统电气控制见图 4, I/O 端子共有 9 点输入, 8 点输出。I0, I3 为 2 个传感器的输入信号, 分别是光电感应器输入信号和集料箱

检测光电输入信号。光电感应器的作用是完成合格胶囊的计数功能并将信号传至人机界面和显示窗口。集料箱感应器的作用是检测集料箱下面是否有纸箱。I1, I2, I7, I8 等端子是人机界面主轴运行、风机运行、毛刷运行、振动运行输入信号, 而 I6 为急停输入, I5 为色标传感器输入。Q4, Q5, Q6, Q8 为输出电机控制信号, Q9 为剔除控制信号, Q10 为集料器抬起控制信号输出, Q13 为蜂鸣器控制输出信号。

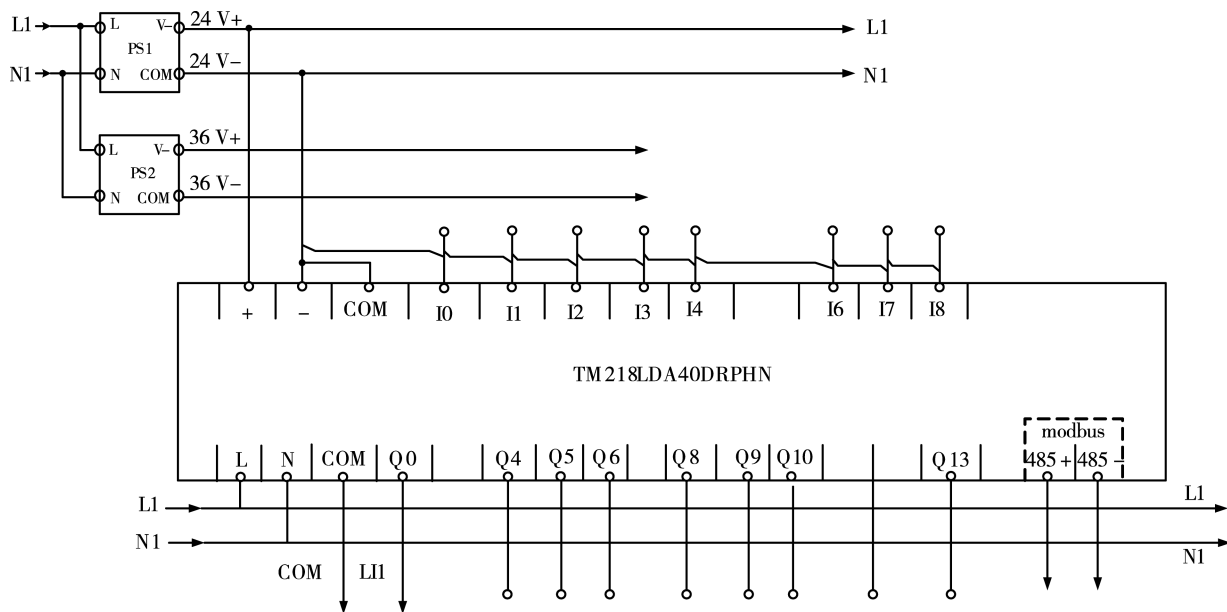


图 4 PLC 电气控制

Fig.4 PLC electrical control diagram

4 控制系统软件设计

4.1 PLC 控制程序设计

PLC 控制程序选用 SoMachine V3.1 进行设计。在 PC 上设计和仿真完成后, 可通过 RJ45 接口下载到 PLC 中。电源开启后, 控制系统进行初始化, 初始化包括人机界面各数值初始化、PLC 和各执行机构的初始化、胶囊感应和集料箱感应传感器的初始化、变频器初始化、RS485 串行通讯口和 modbus 总线初始化等。当系统初始化以后, 系统等待机械台面上的手/自动开关输入的信号, 如果是手动则进入手动生产过程, 如果是自动则首先运行主轴电机、毛刷电机、振动电机和风机电机。主轴电机的运行是由变频器带动, 从而带有胶囊模孔的平链条随着主轴电机的转动而运动。其他动作则有相应电机控制。其次如果有触摸屏清零的相应信号输入则进行合格数、废品数、班产量的清零过程, 否则进入胶囊计数环节。当平链上的胶囊经过光电感应传感器后, PLC 的 i006 则有输入信号, 然后再判断色标图像传感器去捕获当前产品的图像, 与已经保存在系统里面的良品图像做比较,

而色差相对严重, 瘪壳、变形胶囊、无印字或印字模糊形成的图像相对于良品的图像会出现不一致, 若出现色差严重、瘪壳、变形、无印字或印字模糊的胶囊, 色标图像传感器发出信号或者屏幕剔除信号为 1, 废品胶囊剔除装置动作, 装置上的凸轮顶杆机构带动顶板, 顶板带动顶针作上下往复移动, 顶针从盖帽治具的下方向上插入到盖帽治具的定位通孔中, 废品胶囊被顶针从定位通孔中顶出。将不良品顶出带至废品收集区域, 进行剔除动作。产品的检测和剔除, 可以根据客户需求, 使用不同规格和功能的色标传感器来实现更多的检测项目, 比方说可以通过提高色标传感器的判断像素, 实现更为精准的胶囊色差判断。接着调用 POU_zhongduan 计数任务进行各参数计数等。当预警数设定值 $\leq$ 合格品数 $\leq$ 装箱数设定值时, 则在延时 300 ms 后, 主轴电机进入第二速度、报警器报警。当计数达到装箱数设定值时, 出料器门抬起, 主轴、风机、振动、毛刷停止, 延时 2 s 后, 如果检测到无集装箱感应信号说明集料箱已移走, 出料器门放下, 装箱结束^[12-14]。待到下一个扫描周期, 则重复进行。PLC 控制主程序流程见图 5。

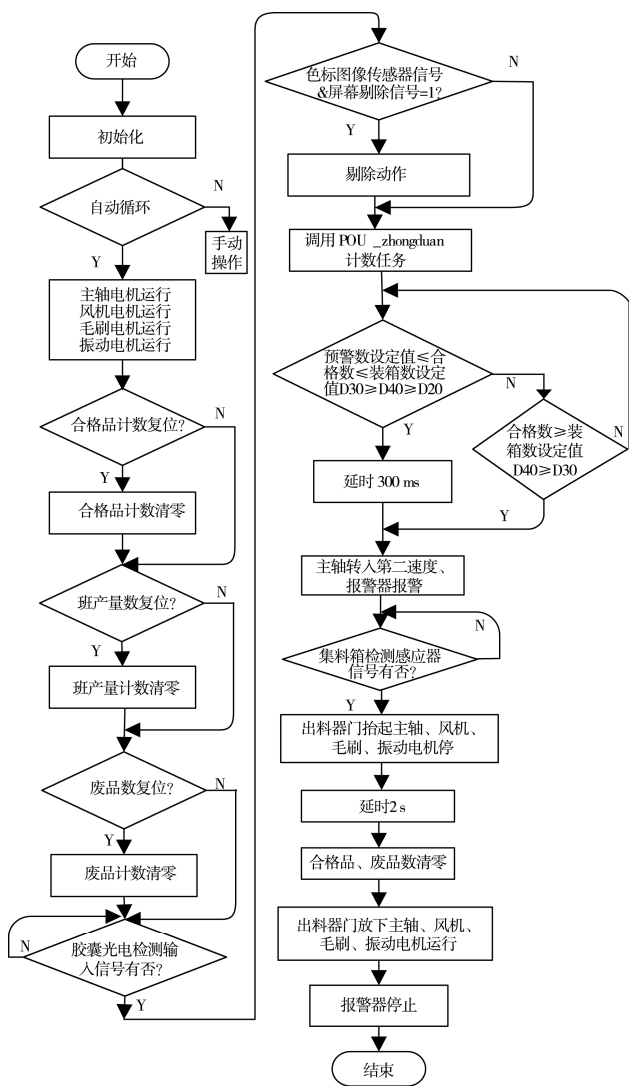


图 5 PLC 控制主程序流程
Fig.5 Flow chart of PLC control on the main program

4.2 人机界面操作画面设计

人机界面是人机交互的窗口，该系统采用的是schneider 的型号为 HMISTU855 的人机界面,操作界面采用 vijeo Dsigner 软件设计。人机操作界面设计从 3 个层次来完成，第 1 个层次则为系统主界面，可选择中文和英语 2 种语言，点击相应的语言按钮，可进入相应语言的下一层次的操作画面^[1]。第 2 层次主要可以实现各分步动作的启停、胶囊计数值显示和清零，出料器控制的功能。除此之外还可以进行计数器和提醒功能的开关，当计数器开启时，可以对胶囊进行计数，将班产量、合格品、废品数、装箱计数进行数显，同时计算产能和实现清零功能。可通过点击上一页和下一页进行界面切换。第 3 层次可进行计数参数的设置，可对装箱数、提醒数、计数停机限值进行设定和显示累计总数的显示。3 个层次的中文操作画面见图 6。

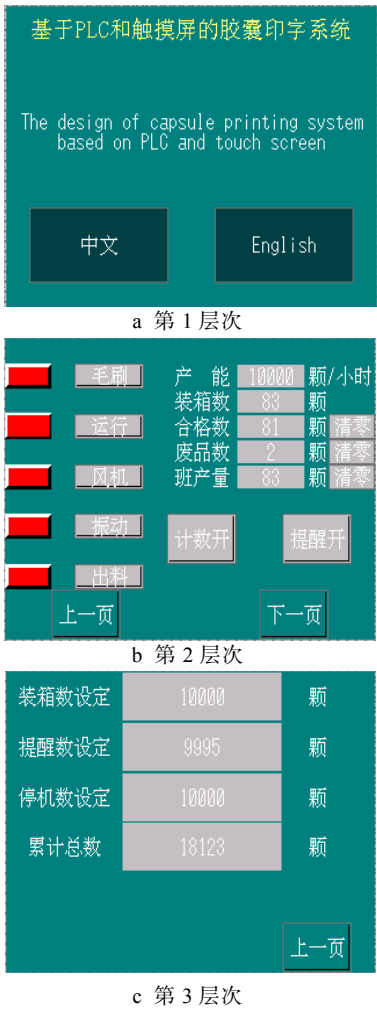


图 6 中文人机界面
Fig.6 Chinese human-computer interface

5 应用效果

为了检验系统的设计效果，当整机安装完成后，对系统功能进行实验。首先进行运行性能测试，当机器开启后，先让印字设备在空载条件下运行 2 h，接着带负载高速运转，稳定运转 5 min 后，进行送料动作，风机吹、振动、毛刷等动作可以使胶囊能够精确定位于平链上的胶囊模孔中，然后通过光电感应器进行胶囊总量计数，接着进行食用油墨印字，色标传感器检测有瘪壳、损坏、印字模糊等现象的胶囊，最后是剔除装置剔除废品、计数数显、出料器出料。即以“上料→印字→废品检测和剔除-计数数显→出料”几个过程，后面重复运行。可手动、自动控制，设备计数、预设、清零、报警等功能正常，产量数、合格数与废品数也可手动清零。系统在实现不同的机械动作时点燃相应的指示灯，当出现紧急情况时，操作人员可以在任一时刻进行急停操作。

系统在经调试完成以后，进入制药公司生产流水线实地进行印字质量测试，印字质量测试包括印字合

格率测定和生产能力测定。印字合格率测定要求在印字系统稳定工作的状态下进行不良品测试,采用分段随机数取的方法,经印字机印字后,从集料箱中每次取 200 粒,共取 10 次,再从中挑选出印字不合格的胶囊。该胶囊印字机的适用印字胶囊型号有 00#—4#

等 6 种,生产能力测定是在机器开启以后,用变频器调节主轴变速速度,使之运行稳定后带负载,针对不同时段不同型号的胶囊 1 周内随机测试 5 次,每次测试记录 30 min 所印胶囊数量,以此来计算其实际生产能力^[15]。

表 1 5 次最大产能测试结果
Tab.1 Results of five maximum capacity tests

型号	类型	印字数量 S_1	印字数量 S_2	印字数量 S_3	印字数量 S_4	印字数量 S_5	印字最大产能 M (粒·h ⁻¹)
00#	空心胶囊	35 760	35 626	40 013	38 146	37 634	74 872
	已填充硬胶囊	38 767	36 763	37 767	39 760	37 770	76 331
0#	空心胶囊	36 712	36 710	36 411	36 713	36 711	73 302
	已填充硬胶囊	39 283	38 120	39 272	39 120	39 281	78 030
1#	空心胶囊	36 056	36 121	37 512	36 125	36 151	72 786
	已填充硬胶囊	39 786	38 747	40 121	39 868	39 766	79 315
2#	空心胶囊	39 271	39 212	39 143	38 991	39 102	78 288
	已填充硬胶囊	40 012	39 997	40 132	40 056	41 211	80 563
3#	空心胶囊	38 790	37 262	36 512	38 145	37 790	75 400
	已填充硬胶囊	40 616	41 003	45 123	42 145	43 070	84 783
4#	空心胶囊	38 310	38 292	41 236	42 560	39 121	79 808
	已填充硬胶囊	40 015	43 237	46 565	41 237	46 750	87 122

表 2 合格率测试结果
Tab.2 Results of qualified rate test

型号	类型	抽检 胶囊总数 P /粒	胶囊合格数/粒	胶囊废品数 Q /粒			印字合格率 $Y/\%$
				瘪壳	印字模糊	印字错位	
00#	空心胶囊	2000	1997	3	0	0	99.85
	已填充硬胶囊	2000	2000	0	0	0	100
0#	空心胶囊	2000	1999	0	0	1	99.95
	已填充硬胶囊	2000	2000	0	0	0	100
1#	空心胶囊	2000	1999	1	0	0	99.95
	已填充硬胶囊	2000	2000	0	0	0	100
2#	空心胶囊	2000	1999	0	0	1	99.95
	已填充硬胶囊	2000	1999	0	0	1	99.95
3#	空心胶囊	2000	1999	0	1	0	99.95
	已填充硬胶囊	2000	2000	0	0	0	100
4#	空心胶囊	2000	1998	0	2	0	99.9
	已填充硬胶囊	2000	1998	0	2	0	99.9

经过测试,根据 $M = \frac{\sum_{n=1}^5 2S_n}{5}$ 和 $Y = \frac{P-Q}{P} \times 100\%$

可以计算得出印字机印字最大产能印字合格率等数据,具体参数见表 1 和表 2。可以看出该胶囊印字系统的印字最大产能高于 70 000 粒/h,并且印字合格率 $\geq 99.85\%$ 。

6 结语

胶囊印字系统采用了先进的 PLC 技术,实现了

硬胶囊加工生产工艺过程中印字环节的自动化,胶囊在输送的过程中利用风机、振动、毛刷等操作将胶囊嵌入胶囊孔中准确位置,同时将有瘪壳、变形现象的不良品进行剔除操作。除此之外传感器可以检测胶囊和集料箱,使胶囊印字系统还有计数和提醒功能、计数和装箱相关参数设定等功能。该系统具有操作简单、可靠稳定、误差率小、参数设置方便、维修方便、适应性强等特点。投入流水线生产后,可大大提高生产效率和产品质量,减少劳动力成本。完全满足企业自动化的生产需要。

参考文献:

- [1] 陈国宁, 舒花. 3D 打印技术在药学领域研究中的应用[J]. 中国药学杂志, 2016, 51(16): 1353—1359.
CHEN Guo-ning, SHU Hua. Application of 3D Printing Technology in Pharmacy[J]. Chinese Pharmaceutical Journal, 2016, 51(16): 1353—1359.
- [2] 姚兴田, 邱自学, 毛建, 等. 电容器垫片自动印字机控制系统的研制[J]. 制造业自动化, 2010, 33(6): 109—111.
YAO Xing-tian, QIU Zi-xue, MAO Jian, et al. Design of Control System on Automatic Stamping Equipment for Capacitor Gasket[J]. Manufacturing Automation, 2010, 33(6): 109—111.
- [3] 张洪运, 韩玉环, 郭文峰, 等. 全自动胶囊充填机电气控制系统设计[J]. 化学工程与装备, 2011(11): 36—38.
ZHANG Hong-yun, HAN Yu-huan, GUO Wen-feng. Designation of Automatic Capsule Filling Machine Control System[J]. Chemical Engineering & Equipment, 2011(11): 36—38.
- [4] 陈李清, 彭彦卿. 六头自动软胶囊滴丸机(II)控制系统的设计与实现[J]. 医药工程设计杂志, 2005, 26(6): 30—32.
CHEN Li-qing, PENG Yan-qing. Design and Implementation of the Control System of Six Automatic Soft Capsule Dropping Pills(II)[J]. Pharmaceutical Engineering Design, 2005, 26(6): 30—32.
- [5] 荀烨, 彭开武, 范彧. 轴承印字机的 PLC 全自动化控制[J]. 组合机床与自动化加工技术, 2002(2): 42—44.
XUN Ye, PENG Kai-wu, FAN Yu. The PLC Automatic for Bearing Lettering Machine Tool[J]. Modular Machine Tool & Automatic Manufacturing Technique, 2002(2): 42—44.
- [6] NOH J H, KIM I, PARK S H, et al. A Study on the Enhancement of Printing Location Accuracy in a Roll-to-roll Gravure Offset Printing System[J]. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2013, 68(5/6/7/8): 1147—1153.
- [7] LIU Yang, PAVLOVSKAIA E, WIERCIGROCH M, et al. Forward and Backward Motion Control of a Vibro-impact Capsule System[J]. International Journal of Non-Linear Mechanics, 2015, 70: 30—46.
- [8] 俞斌锋. 一种胶囊印字机: 中国, 201420517424.0[P]. 2015-2-25.
YU Bin-feng. A Capsule Printing Machine: China, 201420517424.0[P]. 2015-2-25.
- [9] 许鹏, 王祖云, 邓忠华. 基于主从结构的凹版自动印刷套色系统设计[J]. 机械工程与技术, 2013, 2(4): 151—156.
XU Peng, WANG Zu-yun, DENG Zhong-hua. Automatic Register Control System Design for Gravure Printing Based on Host-Guest Architecture[J]. Mechanical Engineering and Technology, 2013, 2(4): 151—156.
- [10] 佚名. 施耐德电气模块化触摸屏 HMISTU 系列[J]. 自动化博览, 2010(10): 9.
Anonymity. Schneider Electric Modular touchscreen HMISTU Series[J]. Automation Panorama, 2010(10): 9.
- [11] KAGHAZCHI H, MANNION J. Synchronisation of a Multi-Motor Speed Control System[J]. Assembly Automation, 2013, 33(4): 374—385.
- [12] MUNOZ F, ALICI G, LI W. A Review of Drug Delivery Systems for Capsule Endoscopy[J]. Advanced Drug Delivery Reviews, 2013, 71(7): 77—85.
- [13] WANG Hong-xing, AN Wei-peng, LI Yan. The Research and Design for the Controlling System of Coal Mine Rescue Capsule[J]. Sensors and Transducers, 2013, 160(12): 602—606.
- [14] 唐红雨, 陈飞, 刘政, 等. 城市垃圾焚烧搅拌设备电气控制系统设计[J]. 工业安全与环保, 2014, 40(5): 96—98.
TANG Hong-yu, CHEN Fei, LIU Zheng, et al. Design on the Electrical Control System of the Stirring Equipment for Urban Wastes Blending[J]. Industrial Safety and Environmental Protection, 2014, 40(5): 96—98.
- [15] 李银华, 赵凡, 姜克森, 等. 烟箱分拣自动控制系统研究[J]. 包装工程, 2015, 36(3): 94—97.
LI Yin-hua, ZHAO Fan, JIANG Ke-sen, et al. Automatic Control System for Smoke Box Sorting[J]. Packaging Engineering, 2015, 36(3): 94—97.