油漆分装线控制系统设计

叶 昊，王喜斌
（北华航天工业学院，廊坊 065000）

摘要：液体油漆在生产完成后需要分装成不同容量的成品，以便进入销售环节。根据控制的具体要求，设计了自动上桶、自动灌装和自动封盖等3部分设备。控制实现时，伺服系统采用西门子 FM353 定位模块，位置控制模式，上位人机界面采用 EM277 触摸屏，通过 DP 与下位机 S7-300 通讯。整个系统在现场运行稳定可靠，降低了工人的劳动强度。

关键词：分装线；S7-300 系统；伺服控制；自动归零；虚拟传感器；人机界面
中图分类号：TB486⁺.02 **文献标识码**：A **文章编号**：1001-3563(2013)17-0072-04

Design of Control System for Paint Filling Line

YE Hao, *WANG Xi-bin*
(North China Institute of Astronautic Engineering, Langfang 065000, China)

Abstract: After production accomplished, paint must to be divided into different capacity products, so as to sale. According to the control requirements of paint packing line, automatic sending barrels, automatic filling and sealing were designed. Siemens FM353 positioning module was used in the servo system. EM277 touch-screen was used as man-machine interface of upper machine, which communicated with lower machine S7-300 through DP. The system runs stably and reliably in the field and reduces labor intensity of the workers.

Key words: filling line; S7-300; servo control; auto-zero; virtual sensor; HMI

液体分装系统广泛应用于饮料食品、化工等行业[1-2]。对于分装生产线的要求是安全、可靠、分装精度高，同时还要考虑工人劳动强度低等因素，笔者设计了自动上桶、自动上盖及自动灌装和自动封盖等3个部分，完成了对油漆的分装。

1 分装线控制系统硬件设计

控制系统采用西门子 S7-300PLC[3-5]、FM353 定位模块[6-8]、EM277 触摸屏、DI/DO 模块，其中 S7-300 与 EM277 之间的通讯采用 DP 通讯方式。采用 EM277 触摸屏来显示生产状态，进行生产数据统计，发布生产中的各项命令。伺服系统采用博美德伺服系列产品[9]。执行机构包括交流电机和若干气缸，其中局部设计采用的是无杆气缸。

2 自动上桶线设计

自动上桶线由上桶、桶翻倒、分单桶、送单桶到灌装线等4部分组成。上桶部分要求工人将桶提手按照规定的方向排放整齐，并将不大于20个单桶的一摞桶垂直码放在上桶轨道上，此上桶轨道由交流电机带动。上桶轨道上允许码放若干摞桶。

当传送皮带上没有桶时，由翻桶机构将一摞竖桶翻倒在皮带上，由皮带带动向前运动，进入分单桶部分。

分单桶部分将不大于20个的一摞桶彼此分离开，并将每个单桶竖立起来，其工作流程为：传感器检测到皮带上指定位置有桶（传感器为红外对射型）→顶起汽缸抬起，使桶脱离皮带→挡桶汽缸伸出→前夹紧汽缸夹桶→后夹紧汽缸夹桶→挡桶汽缸收回→拔

收稿日期：2013-07-08
基金项目：河北省重点学科检测技术与自动化装置基金项目；河北省科技厅科技支撑计划项目（12211602）
作者简介：叶昊（1972-），男，海南人，硕士，北华航天工业学院副教授，主要从事过程控制及现场总线方面的工作。

桶汽缸拔桶(拔桶汽缸带动前夹紧汽缸运行到指定位置,将一个桶从该摞桶中拔出)→前夹紧汽缸打开→后夹紧汽缸打开→顶起汽缸落下,使桶重新落在皮带上,在皮带的带动下向前方运行。顶起汽缸工作示意图见图 1。

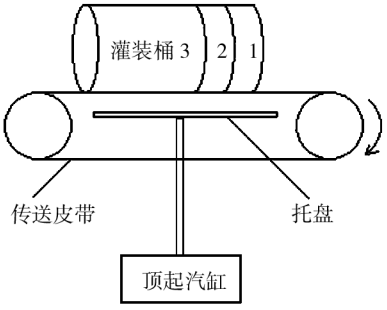


图 1　顶起汽缸工作示意

Fig. 1 Working diagram of raising cylinder

分单桶处实现方案见图 2。送单桶到灌装线部分实现的任务是:通过汽缸将已经立起的单个桶推到灌装线上。

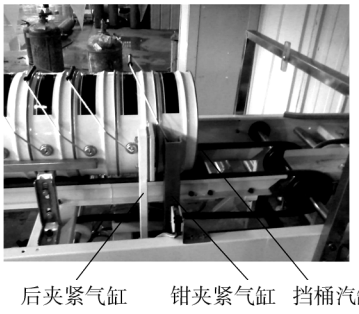


图 2　分单桶机械结构

Fig. 2 Mechanical structure of separating barrel

3　自动分装线设计

自动分装线包括桶的自动传送、液体的自动分装和分装后的自动压盖。分装线传送部分由 S7-300,FM353,博美德伺服系统构成。使用伺服系统的目的是使桶行走到指定的精确位置,以便完成压盖动作。考虑到单桶的灌装容量较大,为达到灌装精度,设计了由 2 个灌装头实施分装任务,分别定义成灌装头 A 和灌装头 B。

灌装头为一个直径 30 cm 的铜质金属件。为解决灌装头完成灌装后的滴液问题,金属件设计成蜂窝状结构,利用液体表面张力解决该问题。灌装头 A 实现物料灌装的原理见图 3。

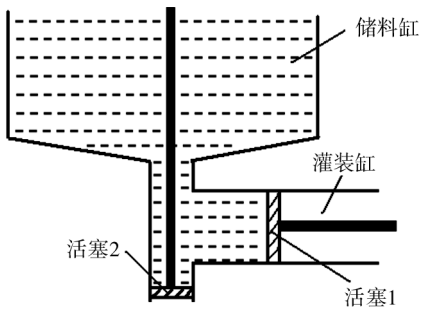


图 3　灌装头 A 结构

Fig. 3 Sketch of filling head A

当检测到灌装头 A 头下有桶时,活塞 1 在汽缸带动下向后运动,完成吸料动作→活塞 2 提起到一定位置,使储料缸内的物料不再进入灌装缸内→活塞 1 前进,推料到桶内→活塞 2 下落,密封住出料口,A 头灌装任务完成。

伺服系统中,FM353 采用位置控制模式,通过在 EM277 触摸屏上输入数据来修改 DB 数据区中的数值,并将该数值写入到 FM353 的 override 中,实现伺服电机运行速度人机界面功能的设定。为了使桶精确行走到指定位置,在机械设计上,带动链条转动的齿轮每转动一圈,灌装桶走一个工位。由于位置控制模式中发送的是固定脉冲数,故每次行走距离固定,这样产生的累计误差将导致已完成灌装任务的桶无法精确到达压盖装置指定的位置。由此,在电气系统上设有机械 0 点(霍尔开关,其中磁铁部分安装在齿轮上,随齿轮一起转动),在控制系统上电初始化及 0 点丢失的情况下,均调用自动找 0 子程序,找 0 时的速度设定为正常运行时的 1/10,以免在速度过快时到达机械 0 点而造成丢步问题。

程序设计中,当 A 灌装头完成物料的灌装任务后,需置位出一个中间点,表示 A 头动作完成。只有在 A 灌装头、B 灌装头以及压盖头动作都完成或某一个头下无料时,才可以给伺服系统发出行走命令。

压盖部分要求:在已灌满物料的桶走位准确的情况下,压盖头在汽缸带动下完成压盖动作,以实现桶的密封。

4　自动上盖设计

上盖部分由辊道电机、提升无杆汽缸、水平无杆汽缸、手臂汽缸、吸真空装置、滑道等组成。工作流程

为:将一摞不多于 30 个的桶盖由辊道电机、提升和水平无杆汽缸运送到指定位置,再由手臂汽缸前端的吸真空装置将成摞的桶盖彼此分开,并通过滑道滑落到桶上。将人工放置的桶盖运送到指定位置的流程见图 4。

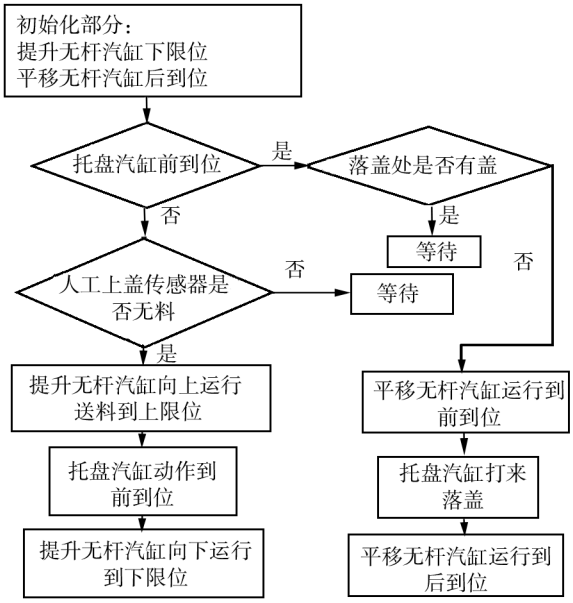


图 4 上盖流程

Fig. 4 Flowchart of transporting cover

落盖及桶盖分离部分要完成的任务是:将送来的桶盖摞放在一起,并由手臂汽缸前端的吸真空装置将其分离;手臂汽缸可绕固定点上下旋转一定的角度,目的是将吸真空装置吸住的单个桶盖分离出来。落盖及桶盖分离流程见图 5。

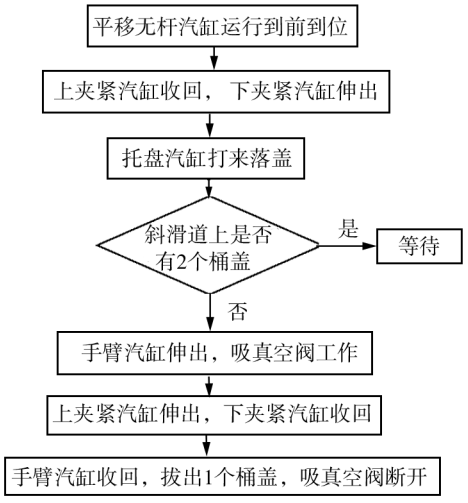


图 5 落盖及桶盖分离流程

Fig. 5 Flowchart of dropping and separating cover

5 手动流程设计

手动部分的程序设计主要完成的任务为:通过在触摸屏上点击相应按钮,使灌装头 A、灌装头 B 和压盖头 C 完成单个动作。如使灌装头 A 的活塞 1,2 可完成前进、后退、上升、下降动作,以便定期对灌装系统进行清洗。

6 系统初始化、急停和气压丢失时的处理

系统初始化时需完成的任务如下所述。

1)伺服系统运行到机械 0 点。

2)各汽缸回到指定的位置。对于无杆汽缸,由于没有安装前后到位传感器,实现时采用定时器加置位指令虚拟传感器的方法,虚拟汽缸前后到位信号。

系统初始化任务实现时,通过在 OB100 中置位一个 *M* 点,当条件都满足时,再复位该点。

急停是操作人员在任何情况下都可能采取的一个动作,其程序设计中分为以下几种情况。

1)轨道上的交流电机在急停按钮按下后可以停止运行。

2)灌装头在急停按钮按下后必须完成灌装动作后才可以停止动作。原因是图 3 中的活塞 2,如果停在某个中间位置会带来漏液的问题;活塞 1 一旦停在中间位置,不好判断活塞 1 是向前灌装时停止运行的,还是灌装完成后向后运行吸料时停止动作的。

3)汽缸在急停按钮按下的情况下,拔桶汽缸必须完成拔桶的动作后才可以停止,其他的汽缸一部分要退回到后限位的位置,以确保安全。

4)无杆汽缸在急停按钮按下时,由于无杆汽缸是单电磁阀控制的,且无前后到位传感器。一旦断开向前的信号,无杆汽缸会自动退回到后到位,此时需虚拟一个点 *M*,并定义为后到位信号,使系统实时知道各汽缸的位置。

气压丢失情况下的处理除了发出报警信号外,大部分的动作与急停按钮按下时的动作处理情况类似,不再重复说明。

7 结语

介绍了分装线设计的实施方案,在此方案下实现

的控制系统,仅需要 2 名操作人员,其中一人负责将待灌装的空桶及桶盖码放在指定的位置,该工作人员的劳动强度较小;另一人需要将分装好液体的产品堆放在指定的位置,其工作强度较大。系统根据触摸屏上设定的不同,通过机械部分的配合调整,可实现不同容量、不同类型液体产品的分装,如油漆、饮料,3 L,5 L 的产品。由于系统实现了全自动控制,使得包装产品规格统一,实现了标准化,同时液体灌装精度达到 1%,工人的劳动强度得到极大降低。设计中大部分采用气动执行机构,机械设计合理,可靠性高,尤其是局部采用无杆气缸后,效率得到提升。控制系统具有手动功能,便于对气缸进行清洗,防滴液设计也使得维护工作量大大减少。目前所实现的这套控制系统功能强大,在车间已工作将近 1 年的时间,运行稳定可靠,且国内同类产品不多,具有广泛的市场推广前景。

参考文献:

[1] 周亮,李珍. 基于 PLC 的液体袋装包装机控制系统的设计[J]. 包装工程,2013,34(1):88-91.
ZHOU Liang, LI Zhen. Design of the Control System of Liquid Bag Packaging Machine Based on PLC[J]. Packaging Engineering, 2013, 34(1): 88-91.

[2] 陈飞虎,周哲波,张丽珍,等. 一种液体纸袋砖包连续灌装切断装置设计[J]. 包装工程,2011,32(11):55-57.
CHEN Fei-hu, ZHOU Zhe-bo, ZHANG Li-zhen, et al. Design of the Cutting Unit of Continues Liquid Paper Brick Packet Filling Machine[J]. Packaging Engineering, 2011, 32(11): 55-57.

[3] 张根宝,唐记弘. S7-300PLC 在全自动包装机中的应用[J]. 包装工程,2009,30(1):68-70.
ZHANG Gen-bao, TANG Ji-hong. Application of S7-300 PLC on Automated Packaging Machine[J]. Packaging Engineering, 2009, 30(1): 68-70.

[4] 陈海朝,于淼. PLC 在达克罗生产线浸涂工艺中的应用[J]. 表面技术,2008,37(4):73-75.
CHEN Hai-chao, YU Miao. Application of PLC in Dacromet Smearing Process Line[J]. Surface Technology, 2008, 37(4): 73-75.

[5] 廖常初. 大中型 PLC 应用教程[M]. 北京:机械工业出版社,2004.
LIAO Chang-chu. Large and Medium-sized PLC Application Tutorial[M]. Beijing: Machine Press, 2004.

[6] FM353/354 操作模式简介[M]. 德国:SIEMENS 公司,2009.
Operation Mode of FM353/354[M]. German: Siemens AG, 2009.

[7] FM353 配置及编程入门[M]. 德国:SIEMENS 公司,2010.
FM353 Configuration and Programming[M]. German: Siemens AG, 2010.

[8] FM353 Stepper Drive Positioning Module[M]. German: Siemens AG, 2008.

[9] 博美德伺服驱动器手册[M]. 深圳:BONMET 公司 M,2010.
Bonmet Servo Driver Manual[M]. Shenzhen: BONMET Company, 2010.

(上接第 55 页)

[25] WU T M, WU C Y. Biodegradable Poly(Lactic Acid)/Chitosan-modified Montmorillonite Nanocomposites: Preparation and Characterization[J]. Polym Degrad Stab, 2006, 91(9): 2198-2204.

[26] KOH H C, PARK J S, JEONG M A, et al. Preparation and Gas Permeation Properties of Biodegradable Polymer/Layered Silicate Nanocomposite Membranes[J]. Desalination, 2008, 233: 201-209.

[27] CARRADO K A. Synthetic Organo and Polymer-clays: Preparation, Characterization, and Materials Applications[J]. Appl Clay Sci, 2003, 17: 1-23.

[28] CHEN P, ZHANG L. Interaction and Properties of Highly Exfoliated Soy Protein/Montmorillonite Nanocomposites [J]. Biomacromolecules, 2006, 7(6): 1700-1706.

[29] SOTHORNVIT R, KROCHTA J M. Plasticizers in Edible Films and Coatings[M]. In: Han J H, editor. Innovation in Food Packaging, New York: Elsevier Publishers, 2005.

[30] RHIM J W, HONG S I, PARK H W, et al. Preparation and Characterization of Chitosan-based Nanocomposite Films with Antimicrobial Activity[J]. J Agric Food Chem, 2006, 54: 5814-5822.

[31] CASARIEGO A, SOUZA B W S, CERQUEIRA M A, et al. Chitosan/Clay Films' Properties as Affected by Biopolymer and Clay Micro/Nanoparticles' Concentrations[J]. Food Hydrocolloids, 2009, 23: 1895-1902.