

# 复膜塑编袋糊袋机控制系统的设计与应用

李明辉, 孟宪坤, 李虎

(陕西科技大学, 西安 710021)

**摘要:** 根据复膜塑编袋糊袋机的工艺及对控制系统的要求, 采用西门子的 SIMOTION D435 和 SINAMICS S120 的组合, 设计了 19 轴的伺服运动控制系统的硬件及其软件实现方法, 进一步提高了复膜塑编袋糊袋机的自动化水平。实际运行结果表明, 其控制稳定性好, 可靠性高, 较好地满足了该类糊袋机控制的精度和稳定性要求。

**关键词:** 糊袋机; 运动控制; 伺服电机; SIMOTION

**中图分类号:** TB486; TP273+.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2011)01-0084-04

## Design and Application of Control System for Film Plastic Weaved Cloth Mouth Sticking Machine

LI Ming-hui, MENG Xian-kun, LI Hu

(Shaanxi University of Science & Technology, Xi'an 710021, China)

**Abstract:** According to the production process and the requirement of control system of film plastic weaved cloth mouth sticking machine, the combinations of Siemens SIMOTION D435 and SINAMICS S120 was applied to design the hardware and the software implementation models of 19 axis servo motion control system, to further improve its automation degree. The operation practice showed that the system is stable and reliable; it can meet the precision and stability requirement of mouth sticking machine control.

**Key words:** mouth sticking machine; motion control; servo motor; SIMOTION

进入 21 世纪以来, 我国的塑编袋机械制造业经过十余年的发展, 取得了很大的成就。从总体来看, 水平较高的产品大多是吸收消化国外同类产品技术的基础上发展起来, 基本上结束了进口该类设备的历史, 但国内塑编机械的技术含量与国外产品相比还存在着一定的差距, 相当多的塑编机械存在着档次低、自动化水平不高、可靠性差等问题, 亟待升档升级<sup>[1]</sup>。

目前, 世界上先进包装机械行业的发展已呈现出集机、电、气、液、光、磁、生为一体的势头, 包装机械的机械运动越来越复杂, 自动化程度越来越高, 对速度及精度的控制要求也越来越高。复膜塑编袋糊袋机在整个控制系统过程中的难点主要是有 19 个轴需要控制, 要求开放式 PC 环境的场合, 且在同一硬件平台上既执行控制又进行显示的场合, 并具有方便的数据管理、分析及报表的场合, 对远程诊断及远程操作员控制要求很高的场合; 既需要对某些被控对象实

现高精度位置控制, 又要对其它被控对象实现各种不同运动控制功能。基于以上控制难点, 笔者根据复膜塑编袋糊袋机的生产工艺及控制要求, 建立一种适于 19 个轴的自动控制系统的硬件结构和软件设计方法, 研制满足该机械控制要求的高性能的控制系统, 进一步解决复膜塑编袋机对整个自动化控制系统要求的技术问题。

### 1 塑编袋糊袋机的工艺及控制要求

复膜塑编袋糊袋机改变了生产工艺, 即变粘合为热合, 完全回避了溶剂型胶粘剂给生产操作带来的各种弊病, 使设备、工艺和操作大幅度简化, 成本降低, 废品减少, 污染排除, 安全生产系数增加<sup>[2]</sup>。复膜塑编糊袋机的主视图见图 1, 其主要结构由置架装置、循环裁切装置、主机装置、出袋计数装置组成, 主要工

收稿日期: 2010-08-05

作者简介: 李明辉(1972-), 男, 河南信阳人, 博士, 陕西科技大学副教授, 主要研究方向为智能及高级过程控制。

艺流程见图 2。

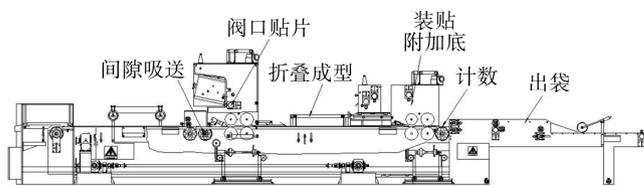


图 1 复膜塑编糊袋机的主视图

Fig. 1 Front view of film plastic woven cloth mouth sticking machine

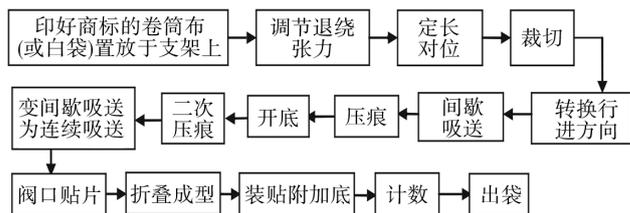


图 2 复膜塑编糊袋机的工艺流程

Fig. 2 Process flow chart of film plastic woven cloth mouth sticking machine

复膜塑编袋机的工艺对控制系统的要求为<sup>[3]</sup>:整机以间歇输送链轮为主传动,其生产速度一经确定,输送链轮的速度便做相应的调整,整机参数也随该速度作相应调整,且有单独调整的功能;真空系统、空气压缩系统及其它辅助设备的控制按常规并纳入整机控制;热风机预热的控制;设人机界面,界面上设定定长切断或追色切断、切袋长度、追色长度、预警个数、送袋速度、加速时间、减速时间、剔废报警以及温控信号、检测到位信号、故障信号、控制衔接、顺序启动、倒序启动、顺序停机、最佳停机位等;控制器内编写有自动运行程序与手动调试程序,自动运行程序为生产程序,手动调试程序在调机或维修时使用;全机各伺服电机之间不得发生相对滑动;全机实现空袋、坏袋监控;糊袋机的控制系统需应用伺服电机 16 台、变频电机 3 台及功能各异的气缸 37 台,并需用与其相应的检、控元件来共同实现其各自的功能。

## 2 控制系统的设计

在自动化技术中,运动控制系统的发展可以实现驱动控制功能的多样化和复杂性,满足生产要求,同时运动控制系统的发展将提高生产的灵活性、生产效率和产品质量。为了实现驱动控制功能的多样化和

复杂性,使运动控制系统具有高速度、高精度、高效率和高可靠性的四位一体高性能控制,根据生产工艺及控制特点,提出了以西门子的 SIMOTION D435 运动控制器为核心,以裁切单元、开底单元、阀口贴片热合单元、附加底贴热合单元、强电单元以及人机界面为对象的模块化控制,并以西门子的 SIMOTION D435 和 SINAMICS S120 组合,实现 19 轴的间歇、连续、凸轮同步运动的伺服运动控制的方案,来完成复膜塑编袋机对整个控制系统的要求。

### 2.1 硬件设计

在运动控制领域,一般的电机驱动器提供了丰富的运动控制功能<sup>[5]</sup>,但逻辑控制和复杂运算功能却相当弱,而一般的 PLC 提供了全面的逻辑控制功能,但又很难具备运动控制的全部功能。传统的应用方式是将 PLC 和伺服控制器配合使用,但存在高速数据传输、数据同步和精确控制等方面的问题。

根据整机的特点与要求,经过查询,目前有 3 家公司即欧姆龙、贝加莱、西门子公司的硬件产品可以实现 19 个轴的运动控制。

1) 经考察,欧姆龙公司的产品虽能实现多轴系统的控制,但稳定性差;使用 PLC 做为控制器,给产品的维护带来了麻烦,以目前 PLC 的运算能力,本系统需要多个 PLC 相互通讯来共同运算,如果一个出问题,整个系统就瘫痪了;现场走线繁多。

2) 贝加莱的产品虽在包装行业用得较多,产品性能较好,但由于它进入中国市场较晚,在售后服务方面逊于其他大公司。考虑到本项目属于研发性项目,需要大公司的技术支持,所以不考虑其产品。

3) 西门子公司产品 SIMOTION D 是专门针对机械设备而设计的控制器,技术先进、功能强大、质量可靠,在相关的设备上已有成功运用的案例;在售后服务上,能提供全面的技术支持,所以是首选产品。

西门子公司 SIMOTION 是为运动控制起主导作用的机器而设计的,本身集成了逻辑控制与运动控制,可以独立完成以往 PLC 加电机调速器的所有功能,主要应用于那些控制要求复杂,控制速度快,要求精确运动的领域中<sup>[7]</sup>。SINAMICS 系列中的 SINAMICS S120 是集 V/F 控制、矢量控制、伺服控制为一体的多轴驱动系统,具有模块化的设计。各模块间(包括控制单元模块、整流/回馈模块、电机模块、传感器模块和电机编码器等)通过高速驱动接口 DRIVE-CLiQ 相互连接。SINAMICS S120 的核心

控制单元 CU320(V2. 2)最多能控制 4 个矢量轴或 6 个伺服轴,可以完成比较简单的工艺任务。但对于要求复杂的运动控制任务,需要使用功能强大的 SIMOTION D 控制系统模块来代替 CU320 控制单元。基于 SINAMICS S120 驱动平台的原因, SIMOTION D 结构紧凑且驱动控制系统的控制功能强大<sup>[8]</sup>。SIMOTION D 系列中的 SIMOTION D435 适用于中等规模的应用,它带有 2 个具有时钟同步的 PROFIBUS 接口以及 2 个以太网口,可以通过 DRIVE-CLiQ 接口与 SINAMICS S120 的其它模块进行数据交换。

根据系统的控制要求、SIMOTION 硬件平台的性能及价格诸因素,采用了 SIMOTION D435 和 SINAMICS S120 组合,再挂上 ET200M 作为远程站,即可扩展接入 DI/DO 模块。

整个系统以 SIMOTION D435 为控制单元,通过扩展 CU320 来实现对 19 个轴的控制,1 个 CU320 控制 6 个伺服轴,19 个伺服轴需要 4 个 CU320,但 SIMOTION D435 集成了 1 个 CU320,需要 1 个 SIMOTION D435 扩展连接 3 个 CU320;驱动单元采用的是双驱动单元,需要 10 个驱动单元。对于 37 个气缸的控制,需要检测其动作情况,并配置相应数量的 DI 输入和 DO 输出模块,基于 SIMOTION D435 和 CU320 的硬件结构,并根据气缸和检测元件的分布位置及个数,需要扩展 3 个远程站,即裁切机设一个远程站为 A 站,需要 1 个 32 路 DI 模块和 1 个 16 路 DO 模块;开底部位设 1 个站为 B 站,需要 1 个 32 路的 DI 和 DO 模块;在折叠部位设 1 个站为 C 站,需要 1 个 32 路 DO 模块和 1 个 32 路、2 个 16 路 DI 模块。人机界面操作台通过 PROFIBUS 实现信号的写入和运行结果的输出;工程师站是为了进行现场调试或系统更改时接入。整体设计的系统控制硬件结构见图 3。

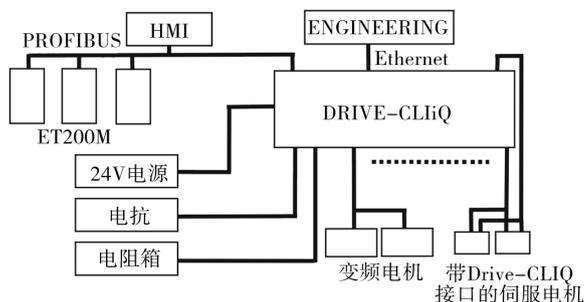


图 3 控制系统硬件组态框图

Fig. 3 Control system hardware configuration block diagram

伺服电机控制是该控制系统的重点,以伺服电机

及其驱动器作为执行部件,把位置伺服控制模式和速度伺服控制模式结合起来实现运动控制系统,既能达到系统高精度、高速度、响应快、调速范围宽、低速高转矩高性能控制,又能实现同一个系统中对多种被控对象、多种控制功能分布式控制<sup>[6,9]</sup>。该产品不是国内生产,全原装从德国进口,供货周期较长,如果电路问题造成其损坏,则对整个项目进程造成直接影响,所以伺服电机和变频电机的动力线,需用单独的空气开关控制,并加上熔断器,实现其过载保护。为了防止高次谐波对系统的影响,整流单元的动力线需要加阻抗;同时还要接入 300  $\Omega$  的电阻箱,防止突然断电后,整流单元内的电流释放;采用 2 个 24 VDC 电源,一个专供控制柜的 SIMOTION D435 和 SINAMICS S120,另外一个给 3 个远程站供电。西门子产品先进、可靠,所以外来电路对系统不会造成影响。当有 3 个变频电机时,电机与驱动的接线要用开环控制,不用接编码器接线,另外 16 个伺服电机需要接编码器接线,该系统所选型的伺服电机带集成编码器,直接插线就可以。由于工艺的需要,还有 4 个伺服轴需要回零,即将回零信号从 SOMTION D435 和 CU320 的高速通道输入,其信号源采用光电隔离。

实际应用中,西门子的 DP 头没有隔离保护,如果网络内出现大电流或短路现象的话,很容易烧坏通信口。所以 3 个远程站和 1 个人机界面连接到 CU320 的 PROFIBUS 通信口,采用 RS485 总线隔离器,其原理见图 4。工作原理:CU320 的通讯口的

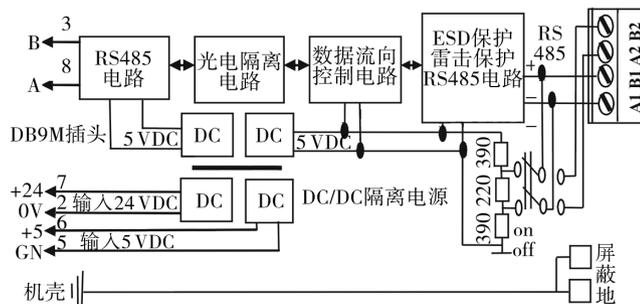


图 4 RS485 总线隔离器原理

Fig. 4 Schematic diagram of RS485 bus isolator

RS485 信号经 RS485 电路匹配后送入光电隔离电路,实现光电隔离,隔离后的信号经数据流向自动控制电路处理后,有工业级 ESD 保护的 RS485 芯片输出标准的 RS485 信号;反之,信号的输入过程与输出过程大致相同。采用双路输入、输出的微型 DC/DC 隔离电源,实现 24 VDC 电源输入、5 VDC 电源输入、

CU320 侧的 RS485 电源和总线侧的 RS485 电源的全部隔离,安全性更高,噪声更低。

## 2.2 软件设计

应用程序是自动化设备的核心,担负着产品的生产、检测、分析,并对检测到的情况做出相应的处理,它的优劣直接反应在产品的质量指标上。应用程序要充分利用硬件的性能,使其精简、可靠。

塑编袋热合糊袋机控制系统的应用程序主要由裁切模块、开口模块、阀口热合模块、附加底贴模块组成<sup>[4]</sup>。基于对热合糊袋机的生产工艺的研究,为了便于可读和调试其应用程序,采用模块化设计,并进行模块化的划分,每个模块又由一个主程序来连接。根据硬件配置,设计了以连续轴为中心的总体子程序,见图 5,程序的开始需要初始化,即检测各汽缸的位

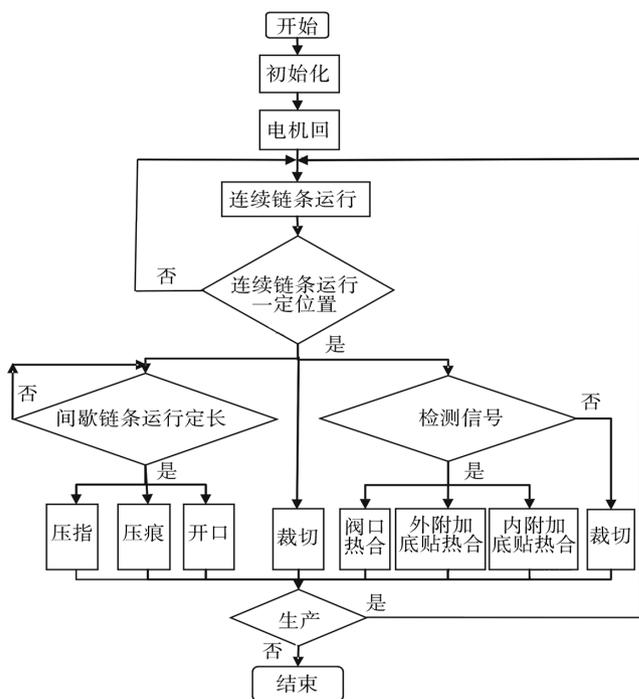


图 5 总体子程序流程

Fig. 5 Flow chart of the overall subprogram

置,没有赋值到初始位置的,则需要赋值到初始状态。然后是间歇链条、连续链条、热合电机的回零,这有助于定位和调试。回零之后,连续链条运转起来,但间歇链条要等到连续链条到一定位置的时候,才能启动行走一定的步长,内外的附加底贴也是在连续链条走到一定位置后,通过光电传感器检测到有袋筒时进行热合,否则就需裁切。同时在连续链条启动以后,裁切机构也开始工作,如果没有外部中断的话,系统继续运转。

## 3 运行效果及总结

该控制系统方案的设计与实现以 SOMITON D435 和 SINAMICS S120 为核心,根据塑编袋热合糊袋机的各种运动及控制要求,设计出了硬件系统;合理规划了各控制单元,充分运用 SMOTION D435 强大的多轴控制能力,完成了软件模块化的设计;解决了 19 轴的间歇同步、连续同步、凸轮同步等复杂控制的难题。

本控制系统是首次将西门子 SMOTION D 应用到塑料编织包装行业。经试运行,整机所有参数均由 CRT 实时显示,可预置制袋速度、制袋长度、温度、计数、冲孔、倍送、成品输送量等;采用伺服系统控制袋长,优质、高效;放卷张力、中部张力、色标丢失、温度超限时实现自动报警;倍送功能也得到了数倍的提升;放卷自动张力控制,光电准确纠偏等。该控制系统结构简单、控制性能稳定可靠、实时性强;人机界面友善且操作方便,同时具有自动手动控制方式,2 种方式互为备用,简化了系统的控制与维护,同时达到了较高的控制精度;设备有完善的故障判断功能,可为操作人员迅速排除故障提供方便;系统输出的数据及时、准确、完整,极大地方便了操作与管理;模块化设计使糊袋机更新换代速度快、设计周期短、成本低、维修方便、性能稳定可靠,且故障率低。系统进一步提高编织袋的质量与成品率,缩短了与国外同类产品的差距,为企业取得了良好的经济效益,具有较好的推广价值。

### 参考文献:

- [1] 杜深. 复膜塑料编织袋热合技术新状况[Z]. 青岛: 青岛创新机械制造有限公司, 2008.
- [2] 杜深. 热合编织袋的编织工艺指标[Z]. 青岛: 青岛创新机械制造有限公司, 2008.
- [3] 杜深. 复膜塑编糊袋机自动化程序控制要求[Z]. 青岛: 青岛创新机械制造有限公司, 2009.
- [4] 董继先, 罗海军, 李虎. 糊口包装机同步装置的分析与研究[J]. 包装工程, 2009, 30(6): 5-7.
- [5] 杨耕. 电机与运动控制[M]. 北京: 清华大学出版社, 2006.
- [6] 舒志兵, 周伟. 交流伺服运动控制系统[M]. 北京: 清华大学出版社, 2006.
- [7] 西门子自动化驱动集团. SIMOTION 运动控制系统[Z]. 北京: 西门子自动化驱动集团, 2005.
- [8] 西门子自动化驱动集团. SIMOTION SCOUT Operator's Guide[Z]. 北京: 西门子自动化驱动集团, 2003.
- [9] 西门子自动化驱动集团. SIMOTION MCC Motion Control Chart Programming Guide[Z]. 北京: 西门子自动化驱动集团, 2003.