

文章编号: 1007-2985(2010) 03-0068-05

塑料包装物撕带自动供给控制系统的设计*

赵 军¹, 柳明丽²

(1. 辽宁科技学院现代教育技术中心, 辽宁 本溪 117004; 2. 辽宁科技学院信息工程系, 辽宁 本溪 117004)

摘 要: 介绍了一种电气传动方式的包装物撕带自动供给控制系统, 该系统采用永磁式直流伺服电动机为驱动源, 驱动撕带轮的轴转动, 向包装机供给撕带. 运用脉冲宽度调制 (PWM) 技术设计了高效率的电机驱动电路, 驱动伺服机转动. 采用单片机为核心芯片, 运用闭环控制技术, 实现了对伺服机运行的控制, 从而保证了撕带按机器包装的适时需求平稳供应.

关键词: 包装物撕带; 脉冲宽度调制; 单片机; 控制; 直流伺服电动机

中图分类号: TP273

文献标志码: A

在许多产品中, 为了让产品外表更加美观, 消费者拆卸产品更方便, 甚至为了防伪, 在产品的外包装上包有塑料薄膜, 并且在薄膜上又附加撕带, 例如, 香烟的包装、录音磁带等. 目前一些生产企业所采用的包装设备中的撕带供给机构均采用的是传统方式, 其传输供给机构如图 1 所示. 包装时, 包装机上的主电动机通过机械传动机构驱动机器上的包括撕带传输机构在内的各个相关部分运转. 撕带传输机构运转速度与主电动机的速度成正比, 实现了包装与撕带供给

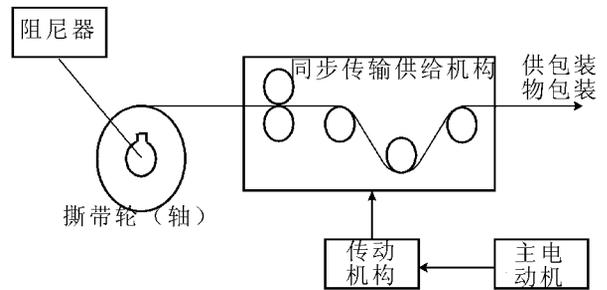


图 1 传统式撕带传输供给机构示意图

同步. 这种传统方式存在很大的缺陷: 机械传动装置体积大, 结构复杂, 运行噪音也大; 随着工作时间的积累, 机械零件不可避免的出现磨损, 因此机械传动装置在运行中就会产生误差积累, 致使撕带的供给速度与整机运行速度出现同步偏差, 于是撕带受力发生变化, 出现撕带缠绕不均匀, 甚至撕带断开的现象.

本设计实现一种电气传动方式的撕带自动供给控制系统. 该系统既可以保证撕带供给速度时刻随整机的运行速度的改变而改变, 即时刻与整机的运行同步, 又可以保证撕带的自身受力均匀, 从而保证产品的外观质量和生产的正常进行.

1 系统设计方案

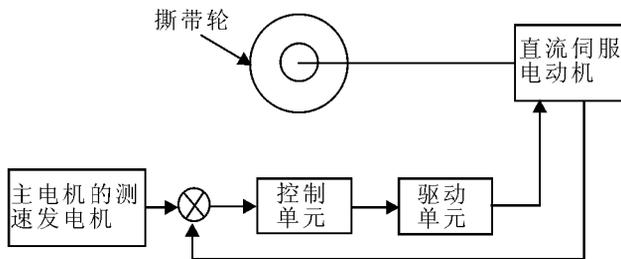


图 2 包装物供给系统结构图

从解决传统式撕带传输机构的角度出发, 撕带供给系统结构图如图 2 所示. 在系统中, 撕带轮的驱动源采用的是永磁式直流伺服电动机(下文称为“撕带电机”), 其驱动撕带轮转动, 向包装机构供给撕带, 将撕带被动供给变为主动供给用电动机; 撕带电机的驱动电路运用晶体管脉冲宽度调制, 即直流斩波调制 (Pulse Width Modulation, 简称 PWM) 技术

* 收稿日期: 2010-03-17

作者简介: 赵 军 (1963-), 女, 辽宁本溪人, 辽宁科技学院现代教育技术中心副教授, 硕士, 主要从事从事专业教学和管理工作的.

进行设计; 控制单元采用单片机为核心, 运用闭环控制技术控制撕带电动机的运行, 从而控制撕带轮的转动速度, 进一步保证了包装物能够按照机器包装的适时需求平稳供给。^[1]

1.1 系统工作原理

主驱动电机上的测速发电机的输出量大小是包装机运行速度的直接反映, 将该输出量进行处理后, 作为撕带电机的同步转速给定信号送入控制单元。控制单元以单片机为核心组成调速系统, 对撕带电机的转速给定信号及转速和电流反馈信号进行处理、运算, 最终输出正确的控制信号给驱动单元。驱动单元根据控制信号的大小驱动撕带电机以一定的转速转动, 从而实现撕带电机稳定运行, 并快速跟随整机的运行速度, 达到撕带供给与整机运行同步的目的。^[3]

1.2 驱动方式的选择

目前普遍采用的调速方法是电压调速, 作为撕带电机的直流伺服电动机是直流供电, 因此需要对输入的直流电压的大小进行控制, 达到调速的目的。在驱动单元采用晶体管 PWM 技术, 将输入的转速控制电压 U_k 转换成宽度与 U_k 成正比的脉冲方波 U_M , 从而给撕带电机的电枢回路供电、调速, 脉宽调速驱动电路原理如图 3 所示。

转速控制电压 U_k 控制开关 S (此开关为晶体管电子开关) 周期性的闭合断开, 从而使得加到撕带电机的电枢电压 U_M 为脉冲方波, 其幅度为 U 。电枢电压 U_M 与时间的关系如图 4 所示。显然, 当发生变化时, 脉冲方波的幅度不会变, 但是其振荡周期 (或占空比) 会发生变化。振荡周期发生变化, 电枢电压的平均值就会改变, 于是电动机的转速随之改变。

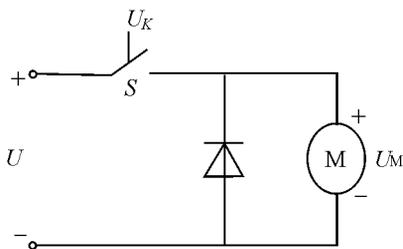


图 3 脉宽调速驱动电路原理图

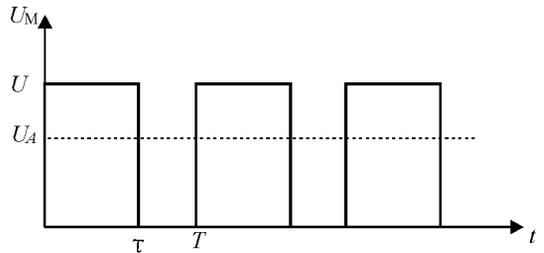


图 4 电枢电压 U_M 与时间 t 的关系

设振荡周期为 T , 脉冲方波的宽度为 τ 。当时间在 $0 \sim T$ 之间变化时, 则在 1 个周期内电枢电压的平均值为

$$U_A = \frac{1}{T} \int_0^T u_M dt = \frac{1}{T} \int_0^\tau U dt = \frac{\tau}{T} U = \mu U, \quad (1)$$

其中导通率 $\mu = \tau/T$ 。只要连续改变脉冲宽度 τ , 其范围为 $0 \sim T$, 就可以连续改变电枢电压平均值 U_A , 其变化范围由 $0 \sim U$, 从而达到连续改变撕带电机转速的目的。

1.3 控制方式的选择

本设计要求直流电动机稳定运行和快速反映, 因此系统的控制方式采用转速和电流双闭环反馈调速方式^[4], 双闭环 PWM 调速系统结构图如图 5 所示, 其转速调节器 (ASR) 和电流调节器 (ACR) 均采用比例积分 (PI) 调节方式。图 5 中: ASR 为转速调速器; ACR 为电流调节器; PWM 为脉宽调速驱动单元; M 为直流伺服电机; G 为测速发电机; U_{gn} 为速度给定信号; U_{fi} 为电流负反馈信号; U_{gi} 为转速调节器的输出; U_k 为电流调节器的输出; U_{fn} 为速度负反馈信号; U_d 为脉宽调速驱动单元输出电压平均值; I_d 为电机电枢电流。

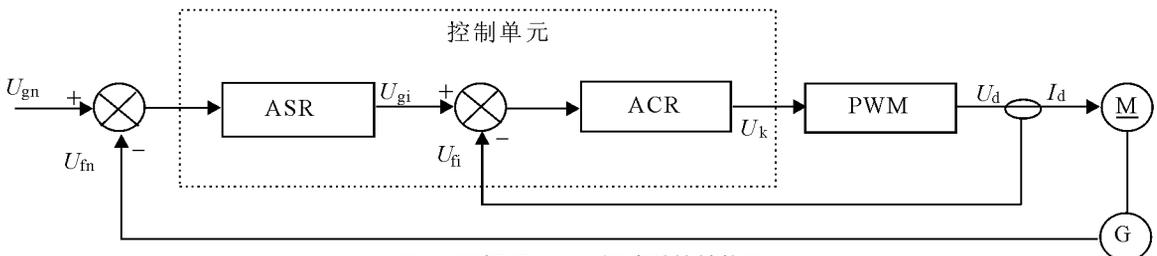


图 5 双闭环 PWM 调速系统结构图

2 设计方案的实现

2.1 驱动单元的设计

单极性 PWM 驱动单元组成框图如图 6 所示。

在单极性 PWM 驱动单元中, 电压-脉宽转换器由三角波发生器和比较器组成, 三角波发生器产生频率恒定的三角波电压 u_i 。当 $u_i > u_s$ 时, 比较器输出满幅的正电平, 即 $u_s = +u_s$; 当 $u_i < u_s$ 时, 比较器输出满幅的负电平, 即 $u_s = -u_s$ 。比较器输出的正/负电平 u_s 送给调速驱动电路, 开关功率放大器对其进行放大后, 变成可驱动直流伺服机的开关电平 u_p 。

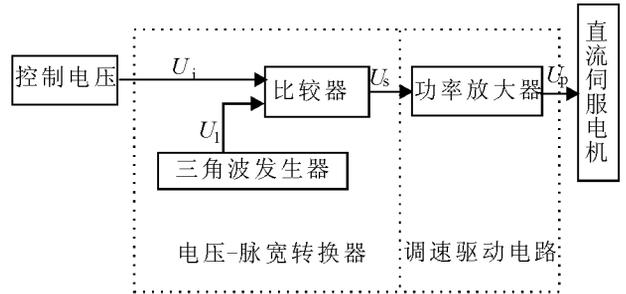


图 6 PWM 驱动单元组成框图

2.1.1 电压-脉宽转换器 电压-脉宽转换器电路如

图 7 所示。电路中 A_1 与外围元件即电阻 R_1, R_2, R_3, R_4 和正、负 2 个直流电源 ($\pm V_{CC}$) 组成滞回比较器。其中: R_3 用于调节滞回比较器的滞回电压范围; A_2 为倒相器, 其输出与 A_1 输出反相; A_3, R_5 和 C_1 组成积分器。这 3 个部分构成三角波发生器, 其中 $R_1 = R_2$ 。可以推导出三角波的振荡周期为

$$T = \frac{4R_5 C_1 (R_1 + R_3)}{2R_3 + R_1}, \quad (2)$$

通过调节 R_5 大小从而调节三角波的振荡周期。

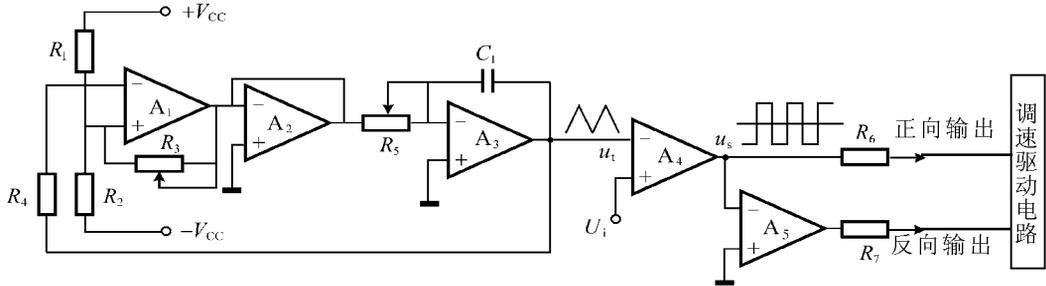


图 7 电压-脉宽转换器电路

2.1.2 开关功率放大器 由于本设计中直流伺服电机的转动方向不变, 因此电机的电枢电压极性不发生改变。实际应用的调速驱动电路为制动不可逆调速驱动电路, 如图 8 所示。

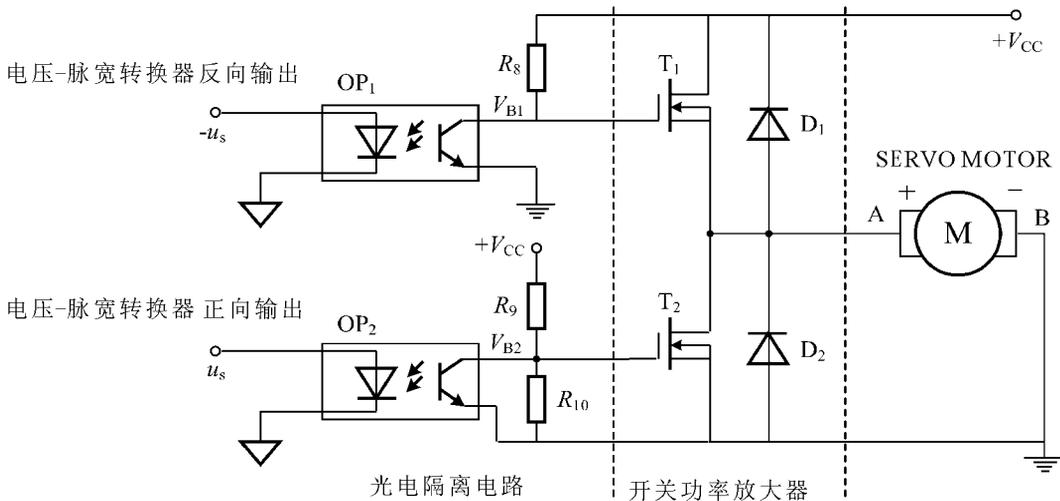


图 8 有制动不可逆 PWM 调速驱动电路

图 8 采用 N 沟道耗尽型 MOS 功率管作为驱动管, 组成开关功率放大器, 使驱动电路的工作可靠性得到提

高并易于控制. 与电压-脉宽转换器输出相连部分采用光电隔离电路, 选用输出端耐压值适当的光耦器件, 可直接与驱动电机的电源相连, 该光电隔离电路不但能够实现电压-脉宽转换器电路与驱动电路的电平转换, 而且还实现了二者的电气绝缘, 使控制电路免受外部的干扰.

2.2 控制单元的设计

按照双闭环反馈调速控制方式的要求, 控制单元设计成由微机控制的数控直流调速系统. 控制单元组成框图如图 9 所示, 图 9 中, 在数据采集环节, 采集的是模拟量, 然后经 A/D 转换后变成数字量, 这一数字量再由单片机按一定的控制算法进行运算处理.^[2] 而运算结果经 D/A 转换后, 输出到控制单元, 进而带动执行机构——伺服电机, 达到调节和控制的目的, 其中单片机相当于数字调节器.

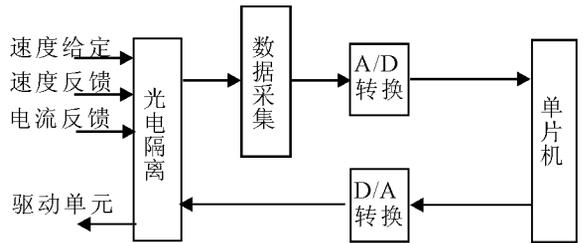


图 9 控制单元组成框图

2.2.1 输入信号调理电路 控制单元的输入信号包括速度给进信号、速度反馈信号和电流反馈信号, 这 3 种信号的性质和强弱并不能被控制单元完全接受, 必须加以处理.

(1) 速度给进信号和速度反馈信号调理电路. 速度给进信号调理电路如图 10 所示. 在速度给进信号系统中速度给进信号是由主电机的测速发电机给出. 测速发电机的输出电压经电阻 R_8 降压, 并通过调整电位器 P_8 的值, 使跟随器 A_6 的输出电压范围在 0~5 V 之间. 速度反馈信号调理电路与速度给进信号调理电路相似, 其反馈信号由直流伺服电机的内藏测速发电机给出.

(2) 电流反馈信号调理电路. 电流反馈信号调理电路如图 11 所示, 图 11 利用霍尔效应电流变换器检测电机电枢电流, 并将其转换成电流反馈信号, 通过调整 R_9 大小, 使其输出范围在 0~5 V 之间.

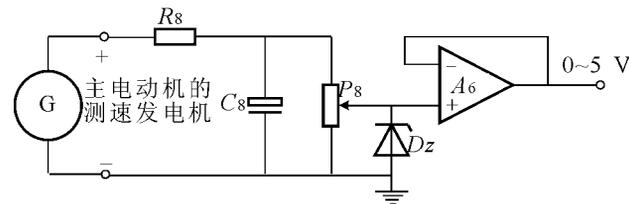


图 10 速度给定信号调理电路

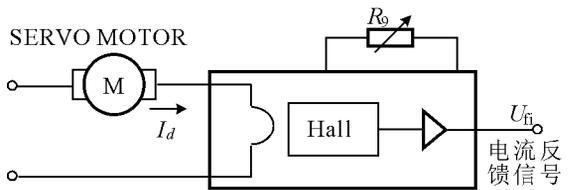


图 11 电流反馈信号调理电路

2.2.2 其他电路及软件的设计 其他电路包括线性隔离电路、采样电路和 A/D、D/A 转换电路, 系统的控制软件包括主程序, 2 个定时控制的数据采样中断服务程序, 另外还有 PI 运算和速度环、电流环控制计算子程序, 在此不再详述.

3 结语

(1) 从解决实际问题的角度出发, 对包装物供给机构的特点进行了分析, 并以 PWM 直流调速驱动及双闭环调节控制为主体控制思想, 提高了包装物供给的稳定性, 加快了动态反映速度, 提高了驱动环节的整体工作效率. 以单片机为核心进行数据采集、数/模转换和控制运算, 使得硬件简化, 结构紧凑, 控制灵活, 且精度高.

(2) 实际应用证明, 本系统性能稳定可靠, 完全达到了使用要求, 而且性价比高, 易于推广. 目前本系统已经在全国十几家香烟包装生产线上成功使用, 创造了一定的经济和社会效益. 本系统还可以应用到其他方面, 例如在一些特殊变压器的制造中, 对细径漆包线的均匀手里控制等, 具有广泛的应用前景.

参考文献:

[1] 潘新民. 单片微型计算机实用系统设计 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 1993.
 [2] 张又德, 赵志英, 涂时亮, 等. 单片微型机原理、应用与实验 [M]. 上海: 复旦大学出版社, 2006.

- [3] 王田苗, 丑武胜. 机电控制基础理论及应用 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2003.
 [4] 芮延年. 机电一体化系统设计 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2004.

Design of Automatic Provision Control System for Plastic Wrapper

ZHAO Jun¹, LIU Ming-li²

(1. Modern Education Technology Center, Liaoning Institute of Science and Technology, Benxi 117004, Liaoning China;

2. Dept. of Information Engineering, Liaoning Institute of Science and Technology, Benxi 117004, Liaoning China)

Abstract: The paper introduces the design of wrapper automatic provision control system using electric transmission mode. The system provides wrapper to the machine with the permanent magnetic DC servo electromotor used as drive source to make the wrapper axis running. The PWM technology is applied to design high efficient drive current. With the single chip processor as the core, the system in the closed-loop technology is used to control the servo electromotor to assure the wrapper is provided placidly according to the properly requirement of the machine.

Key words: wrapper; PWM; single chip processor; control; DC servo electromotor

(责任编辑 陈炳权)

(上接第 63 页)

Generation and Recovery of F -Distortion Data

LI Yü-ying

(Department of Computer and Information Engineering, Ningde Normal University, Ningde 352100, Fujian China)

Abstract: P -sets are a new mathematic tool for dynamic information systems. By using the relationship between the outer P -sets and supplemented sets, the concepts of F -distortion data and F -redundant data are proposed. Some theorems are given such as the generation theorem, identification theorem and recovery theorems about F -distortion data. The criterions which-distortion data is restored into normal data are given. Meanwhile, the paper provides the application example. The results provide a new method to study the expanded data in dynamic information system.

Key words: P -sets; F -distortion data; F -redundant data; data generation; data recovery

(责任编辑 陈炳权)