

[研究·设计]

DOI:10.3969/j.issn.1005-2895.2016.06.005

立体标签自动贴标机结构设计

邢圆圆, 贺辛亥, 钟 鹏, 渠志刚, 张志毅, 王俊勃

(西安工程大学机电工程学院, 陕西 西安 710048)

摘 要:为了减少在产品包装环节中的人员参与,提高包装环节的自动化程度,研制了一种用于立体标签的自动贴标机。根据产品贴标的流程,采用 Pro/E 软件进行三维建模和零部件的优化设计,包括传送机构、标签推进机构和折弯机构。折弯机构中采用了折弯翻板实现对标签的折弯控制;自动贴标机各机构均采用了独立的电机控制,控制系统采用 PLC 技术和变频器调速控制,设计了电动机正反转的控制电路图。通过对机械结构和电气控制系统优化设计,得到了满足设计要求的自动贴标机机构设计参数,实现了对厚度为 0.5 mm 纸质标签纸的 2 次折弯并实现贴标过程。该自动标签机的使用实现了包装过程的自动化,提高产品的包装效率。

关 键 词:自动贴标机;立体标签;折弯机构;Pro/E 软件;PLC 控制

中图分类号:TH122 文献标志码:A 文章编号:1005-2895(2016)06-0021-05

Structure Design of Automatic Labeling Machine for Stereo Labeling

XING Yuanyuan, HE Xinhai, ZHONG Peng, QU Zhigang, ZHANG Zhiyi, WANG Junbo

(College of Mechanical & Electrical Engineering, Xi'an Polytechnic University, Xi'an 710048, China)

Abstract: To reduce staff participation in product packaging and improve the automation degree of packaging links, a kind of automatic labeling machine was designed. The process of product labeling was introduced by using Pro/E software for 3D modeling and optimization design of components including a transport mechanism, a label pushing mechanism and a bending mechanism. The bending turn plate was used to control the bend in the bending mechanism. The automatic bending mechanism was controlled by the independent motor. The design idea of PLC technology and frequency converter speed control was adopted in the control system, and the control circuit of the positive and negative motor was designed. The design parameters of the automatic labeling machine which could meet the design requirements were obtained. The thickness of the 0.5 mm paper label paper was realized 2 times bending and the labeling process. The use of the automatic labeling machine improves the automation degree of the packaging process and the efficiency of the packaging.

Key words: automatic labeling machine; stereo label; bending mechanism; Pro/E software; programmable logic controller (PLC) control

近年来,随着人们生活水平不断提高,商品的外观逐渐得到了人们的重视,而标签作为商品外观的直接体现者,在商品的销售环节中也发挥着越来越重要作用^[1-2]。在现代化的工业生产中,产品标签粘贴应用最多的就是自动贴标机,而自动贴标机的贴标质量也极大地影响着企业的生产效率。

外观精美的标签在商品销售中有吸引眼球、促进销售的作用。自动贴标机广泛地应用于包装机械中,相较于人力贴标,具有避免产品后期污染、定位准确^[3-5]、效率高的优点。随着工业化的不断发展,产品的种类繁多,因而对于产品贴标的要求越来越多^[6]。现有的文献主要阐述了平面标签的标签机技术,而有

收稿日期:2015-12-30;修回日期:2016-08-08

基金项目:陕西省科学技术研究发展计划项目(2016GY-014,2013K07-20);中国纺织工业联合会科技指导项目(2015116,2016052);陕西省 2011 产业用纺织品协同创新中心项目(2015ZX-02)。

作者简介:邢圆圆(1990),男,湖北随州人,硕士研究生,主要从事三维编织机的研发。通信作者:贺辛亥(1971),男,陕西西安人,博士,西安工程大学教授,主要从事复合材料成型技术的研究。E-mail:hexinhai@xpu.edu.cn

关立体标签的标签机械设备,对其实施过程及操作方法的论述尚显不足。本文提出一种用于立体标签的自动贴标机的结构设计,可以自动地将平面标签折弯,并实现贴标,使用方便可靠。

1 标签

本文所提到的产品为一个长方体状的纺织品。其基本参数如表1所示,根据产品的基本参数设计的标签尺寸如图1所示。标签是厚度为0.5 mm的硬纸质材料,长度为36.0 mm,最宽处为10.0 mm。标签在产品上的形状如图2所示,产品厚度为4.5 mm。

表1 产品参数

Table 1 Product parameters			mm
长	宽	高	
20.0	12.0	4.5	

对于需要贴在平面的标签和贴在圆弧面上的标签,可以使用不干胶贴标机将标签剥离然后再粘贴在被贴的物体表面上,被贴物体或者标签机贴标工作区的回转运动,便可完成圆弧面上的贴标过程^[7-8]。但本文所考虑的是首先需要将厚度为0.5 mm纸质材质的平面标签自动折弯到一个长方体状的表面上,然后实现标签纸两端的粘合过程。实现标签纸折弯的机构为设计难点。

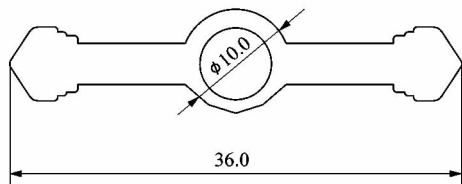


图1 标签

Figure 1 Label

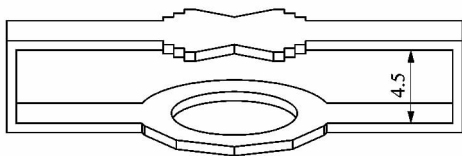


图2 标签在产品上的形状

Figure 2 Shape of label on product

2 自动贴标签机的结构设计

自动贴标机具有贴标速度快,贴出的标签方位准确的优点,在国内外的包装、食品工业及化工等行业已得到广泛的应用^[9]。自动贴标机的使用不仅可以提高生产效率,降低劳动强度,同时也促进了贴标技术的发展。图3所示为产品贴标流程图。

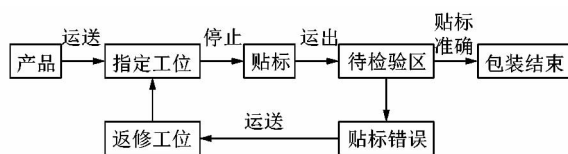
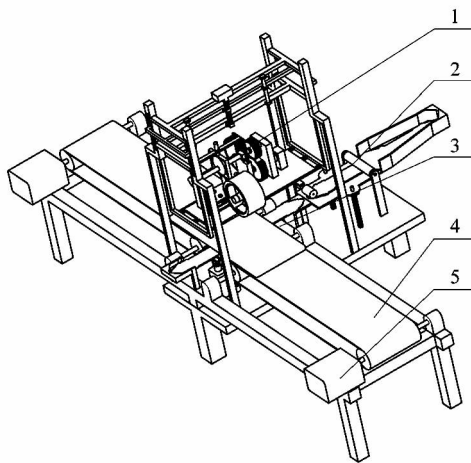


图3 产品贴标流程图

Figure 3 Product labeling flow chart

针对现有的产品参数及标签尺寸,设计了一种自动贴标机,该自动贴标机可以将平面标签纸精确定位后实现2次折弯,并完成自动贴胶带的过程。

图4为自动贴标机的整体结构示意图。2个电机以相同速度转动带动皮带轮,将所需包装的产品运送到自动标签机的包装工作区,在产品停止运动后,标签纸推进机构的捻送滚轮将标签纸捻送到标签工作区的折弯机构中,在标签纸的定位槽中安装有光敏电阻,当标签纸到达指定位置时盖住光敏电阻,捻送滚轮的电机停止转动。折弯机构开始工作,通过电磁铁的控制实现对标签纸的2次折弯处理,此时,胶带粘贴机构开始工作实现一次粘贴胶带,随后皮带轮的电机转动,将已经贴标完成的产品运送出工作区。



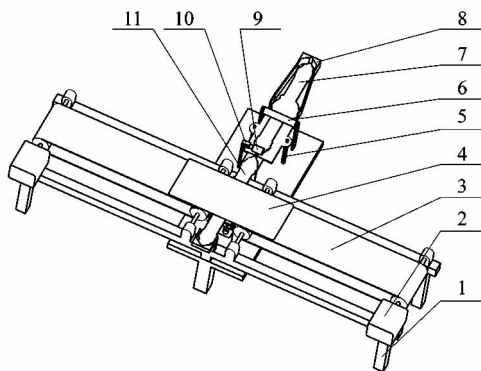
1—胶带粘贴机构;2—标签纸推进机构;3—标签纸折弯机构;
4—皮带传送机构;5—皮带轮滚筒电机。

图4 自动贴标机的整体结构示意图

Figure 4 Overall structure schematic diagram of automatic labeling machine

图5为自动贴标机传送装置的结构示意图,标签推进器主体中存放着标签纸。物料由物料传送装置的皮带传动进入工作区域,而皮带由皮带轮滚筒电机带动;物料到达图5中物料4的位置则电机停止转动。标签开始的状态位于标签推进器中,物料到达指定的位置,则碾送滚轮电机带动碾送滚轮转动,将标签捻送着向物料方向推进。标签推进器底座弹簧和上方滚柱

的配合保证了碾送时所需要的摩擦力。

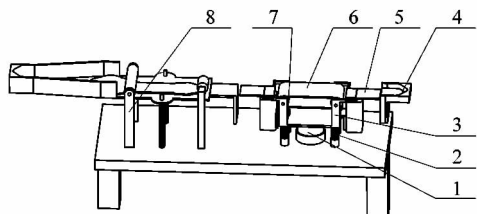


1—底座及支架;2—皮带轮滚筒电机;3—皮带;4—物料(产品);5—标签推进器底座弹簧;6—滚柱;7—标签;8—标签推进器主体;9—捻送滚轮;10—捻送滚轮电机;11—推进翻板位置的标签。

图5 自动贴标机传送装置的结构示意图

Figure 5 Structure schematic diagram of transmission device of automatic label machine

图6是标签推进机构的结构示意图。翻板下支架弹簧的回复力使得标签纸可以贴紧捻送滚轮,捻送滚轮带动标签纸平稳的进入翻板,标签硬纸板在翻板上采取型面定位的方式保证它的位置精度;光敏开关的作用也是为了保证标签的位置精度,当标签前进到指定的位置,则光敏开关发出信号,接收器接到信号会让捻送滚轮的电机停止转动。



1—非接触式电磁铁;2—翻板下支架弹簧;3—翻板下支架;4—光敏开关;5—翻板;6—标签传送皮带;7—齿轮;8—支撑弹簧。

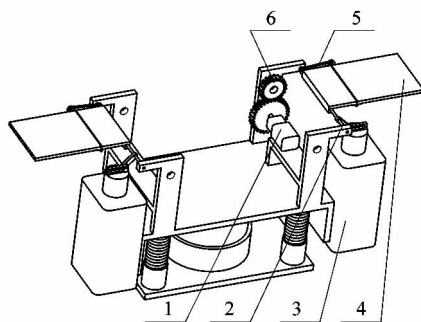
图6 标签推进机构的结构示意图

Figure 6 Structure schematic diagram of tag propulsion mechanism

图7是折弯机构的结构示意图,电磁铁和连接支架的配合工作,带动连接支架的转动,实现翻折板旋转90°;通过齿轮传速比的控制,实现电机对皮带传动的平稳控制,完成翻折板的二次翻折90°的工作过程。

3 理论分析

为保证产品可以平稳地到达贴标位置,必须考虑传送装置的性能,文中采用皮带轮传动。其具有结构简单、传动平稳、价格低廉和缓冲吸振的特点,满足本机构的设计要求。折弯机构中的齿轮传动提供精确的



1—电机;2—连接支架;3—电磁铁;4—翻折板;5—皮带;6—齿轮。

图7 折弯机构的结构示意图

Figure 7 Structure schematic diagram of bending mechanism

传动比,满足设计要求。用多个外形简单、易于加工的零件组合成一个复杂机构,是该机构设计的重点之一。本设计中采用了电磁铁的通断电来控制折弯翻板运动,使得这种机构的可控性更强,操作简单。

在整个自动贴标机的设计过程中,产品的运送和翻折板的翻折都使用了带传动,需要理论计算;此外,立体标签的折弯机构属于本机构设计的重点,因此也进行了分析计算。

3.1 带传动

带传动的失效形式主要是打滑和疲劳破坏,因此,带传动的设计准则是在保证不打滑的条件下,带传动具有一定的疲劳强度和寿命^[10]。图8为带轮应力简图。

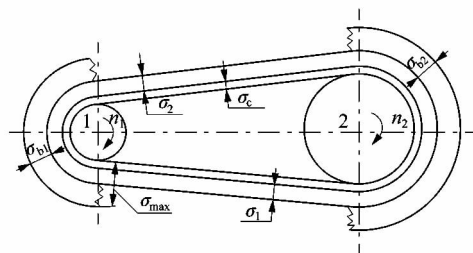


图8 带轮的应力简图

Figure 8 Stress diagram of belt wheel

1) 传送带的临界打滑状态下的有效拉力

$$F_{ec} = F_1 \left(1 - \frac{1}{e^{f_v a}} \right) = \sigma_1 A \left(1 - \frac{1}{e^{f_v a}} \right)$$

式中: σ_1 为紧边拉应力/MPa; A 为传送带横截面积/mm; f_v 为当量摩擦因数; a 为皮带在带轮上的包角/rad。

2) 最大传送功率

$$P_0 = \frac{([\sigma] - \sigma_{bl} - \sigma_c) \left(1 - \frac{1}{e^{f_v a}} \right) A_v}{1000}$$

式中: P_0 为传送功率/kW; $[\sigma]$ 为疲劳强度决定的许用应力/MPa; σ_{bl} 为弯曲应力/MPa; σ_c 为离心拉应力/MPa; A_V 为 V 带的横截面积/mm²。

3) 中心距

中心距大,可以增加带轮的包角,减少单位时间内带的循环次数,有利于提高带的寿命。但中心距过大,则会加剧带的波动,降低平稳性,同时增大带传动的整体尺寸。中心距初选的准则^[11]:

$$0.7(d_1 + d_2) \leq a_0 \leq 2(d_1 + d_2)。$$

式中: a_0 为初选传送带的中心距/mm; d_1 为小带轮的基准直径/mm; d_2 为大带轮的基准直径/mm。

3.2 折弯机构

折弯机构通过电磁铁的通断电,达到了翻折板折弯硬纸板标签的目的,实现了自动贴标机的工作要求。折弯机构的运动原理简图如图 9 所示,电磁铁的通断电控制着竖直方向作速度为 V_1 的运动;连接支架的活动端可以在滑槽里以 V_2 的速度作水平方向上的滑动,进而引起转动副的转动,带动与转动副连接的翻板转动,便可实现折弯机构的动作。

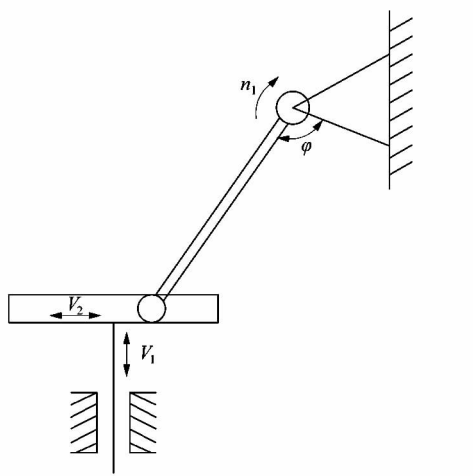


图 9 折弯机构的运动原理简图

Figure 9 Movement principle diagram of bending mechanism

由于机构要实现折弯功能,电磁铁需要提供足够的力,避免出现运动不畅或者卡死的情况。同时应保持各运动副的润滑,控制各部分摩擦力显得尤为重要^[12]。

1) 运动副中摩擦力

$$F_f = fF_N = f_v G。$$

式中: F_N 为法向反力/N; G 为重力/N; f_v 为当量摩擦因数,当运动副两元素为单一平面接触时, $f_v = f$; 为槽面时, $f_v = f/\sin \theta$, θ 为槽面与法线的夹角/(°); 为半圆柱

面时, $f_v = kf(k = 1 \sim \pi/2)$ 。

2) 轴端的摩擦力矩^[13]

$$M_f = 2\pi f \int_r^R p \rho^2 d\rho。$$

式中: p 为正压力/MPa; ρ 为摩擦圆半径/mm; R 为外圆半径/mm; r 为内圆半径/mm; $d\rho$ 为对 ρ 求积分。

4 电机正反转控制系统的设计

整机的控制系统是一个高度自动化的智能电控系统^[14]。由于 PLC 控制系统具有可靠性高、程序设计方便灵活、抗干扰能力强、运行稳定等诸多优点,因此包装机械的大部分控制系统选择使用了 PLC 控制^[15-16]。

为了实现各机构动作的独立性和连贯性,电机采用 PLC 控制系统进行同步协调控制。表 2 为 PLC 输入/输出分配表。

表 2 PLC 输入/输出分配表

Table 2 PLC input / output distribution table

输入/输出	电路符号	地址	功能
输入	SB1	I0.0	电动机正转按钮
	SB2	I0.1	电动机反转按钮
	TB1	I0.2	电动机停止按钮
输出		Q0.1	电动机正转/停止
		Q0.2	电动机正转/停止

图 10 为电动机的正反转控制电路图,采用 S7-226 PLC 联机控制 MM440,实现电动机正反转控制。按下按钮 SB_1 后,电动机正转且运行频率为 40 Hz;按下按钮 SB_2 后,延时 10 s,电动机反转且运行频率不变;当按下停止按钮 TB_1 ,电动机运行停止。利用变频器进行调速控制时,想要实现电动机的正反转切换,只须将变频器内部逆变电路功率器件的开关顺序进行改变,即可达到对输出进行控制的目的,而不需要专门的正反转切换装置。

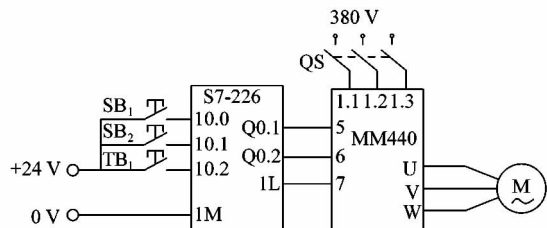


图 10 电动机的正反转控制电路图

Figure 10 Positive inversion control circuit of motor

5 结语

随着生产现代化和国内外贸易的蓬勃发展,商品的竞争不仅体现在质量上,还体现在商品的包装上。