

DOI:10.3969/j.issn.1001-4551.2017.08.017

双轨迹同步控制快速涂胶系统的设计^{*}

刘志伟,熊长炜,梅阳寒,舒雨锋
(东莞职业技术学院 机电工程系,广东 东莞 523808)

摘要:针对鞋底、耳机塑料件、手机贴膜、皮革制品等涂胶工艺的效率低下,过于依赖手工操作等问题,将计算机控制技术和运动控制技术应用到涂胶工艺中。以鞋底后帮的轮廓涂胶为例,开展双轨迹同步控制坐标系的分析,建立电机与丝杆的传动之间、运动轴的进给与位置反馈检测之间的关系,提出双轨迹同步控制涂胶路径的方法。在平面轨迹的涂胶控制上对涂胶系统进行了评价,分别进行了多个产品的单轨迹和双轨迹的涂胶工序的对比试验。研究结果表明:这几个产品采用双轨迹涂胶系统的涂胶工时大约是单轨迹涂胶的1/2,双轨迹同步控制快速涂胶系统可有效地提高涂胶工艺的效率。

关键词:双轨迹;同步控制;涂胶

中图分类号:TH39;TQ330.4⁺⁵

文献标志码:A

文章编号:1001-4551(2017)08-0901-05

Design of double tracks synchronous control and gluing system

LIU Zhi-wei, XIONG Chang-wei, MEI Yang-han, SHU Yu-feng

(Department of Mechanical and Electrical Engineering, Dongguan Polytechnic, Dongguan 523808, China)

Abstract: In order to solve the problems of the low production efficiency of the gluing process and the dependence on manual operation, such as the sole, the plastic parts of the earphone, the mobile phone film, the leather products and so on, the computer control technology and motion mechanism technology was applied to the gluing process. After the analysis of the coordinate system of the double tracks synchronous control, took the contour of the back of sole as an example, the transmission relationship between the motor and the screw, and relationship between the feed position and feedback detection were established. A method was presented to control the double tracks synchronous for the gluing process. The gluing system were evaluated on the plane track control, the working hours comparison of the single track gluing and double tracks gluing were tested for several products. The experimental results show that the gluing time of the products by the double tracks gluing system is about 1/2 by single track gluing, and the gluing efficiency can be greatly improved by the double tracks synchronous control gluing system.

Key words: double tracks; synchronous control; gluing

0 引言

在我国产业升级转型的需求牵引下,改变企业生产方式,提高生产效率是非常有必要的。涂胶工艺在轻工行业中应用非常广泛,是制鞋、皮革制造、耳机组

装和手机贴膜等生产的瓶颈工艺,在胶合板、汽车配件等方面的应用非常普遍,涂胶工艺生产效率的提升有非常大的经济价值,非常符合我国产业升级转型的需求^[1]。

目前,在制鞋、耳机组装等涂胶工艺中,很多企业由手工操作完成,这种方法控制涂胶工艺的效率

收稿日期:2017-05-02

基金项目:东莞市社会科技发展一般资助项目(201650715601628)

作者简介:刘志伟(1981-),男,广东惠州人,硕士研究生,工程师、讲师,主要从事机械制造及其自动化应用等方面的研究。E-mail:9725301@qq.com

低,并且难以保证涂胶的均匀性和美观性^[2-3]。也有部分企业采用了自动控制涂胶工艺,其涂胶工艺的控制大都是采用单路径涂胶,即沿着产品的涂胶轮廓线,采用单个涂胶装置,由始点到终点进行涂胶。这种涂胶方式,结构比较简单,容易实现运动控制。但如果涂胶路径比较长时,其效率非常低^[4-7]。如果涂胶的轮廓线较长,涂胶时间就会比较长,会由于涂胶前后时间相差较大,导致所涂的胶水存在干涸程度产生较大的差异,从而影响涂胶工艺的质量,为解决该问题,大部分企业对于较长的轮廓轨迹涂胶,采用提高涂胶速度的方式来解决,但会导致涂胶不均匀的问题。

针对当前涂胶工艺的不足,本研究设计一种双轨迹同步控制的快速涂胶系统。

1 涂胶系统设计

本研究设计了3个运动机构,分别控制 X 轴、 Y_1 轴和 Y_2 轴的运动。以鞋底后帮为例,获取鞋底轮廓,建立相应坐标系,分别由3个轴的控制器和电机的驱动完成两条轨迹的涂胶运动,实现双轨迹涂胶路径的驱动控制。涉及的双轨迹同步控制的快速涂胶系统关键有以下几个方面:控制流程的设计、运动机构设计、关键参数的确定和电气控制的设计等。

1.1 控制流程设计

根据图像获取涂胶对象的边缘作为轮廓,并进行预处理和灰度等处理,对轮廓进行优化,依照轮廓的偏置等操作得到涂胶路径,也可以通过涂胶对象的设计尺寸直接计算出涂胶路径,分割轨迹如图1所示。

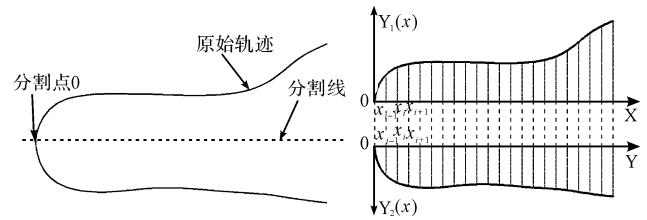


图1 分割轨迹

本研究对得到的路径作为涂胶轨迹,对轨迹进行预分割,确保两条轨迹具有唯一值,即对于任意 X 值,要求 XY_1 坐标系和 XY_2 坐标系上 Y_1 和 Y_2 的对应的数值是唯一的。对得到的轨迹分别建立坐标系, XY_1 坐标系和 XY_2 坐标系,两个坐标系的变量 X 是相关的。如果 $Y_1(x)$ 和 $Y_2(x)$ 不存在唯一值,则会出现某个 X 数值,函数 Y_1 或 Y_2 有两个数值与之对应,导致无法完成正常涂胶运动。如果不存在唯一值,则需要对前面分割的轨

迹进行优化处理,或者对建立的 XY_1 坐标系和 XY_2 坐标系进行再处理,以确保这两条轨迹的函数具有唯一解。

得到合理的两条函数后,也就是涂胶路径已确定,由控制器对这两条轨迹分别在 XY_1 坐标系和 XY_2 坐标系进行变动,为提高效率,两个坐标系的 X 轴是同时移动的,根据两条轨迹的坐标值分别移动 Y_1 和 Y_2 ,实现同步控制快速涂胶的路径,控制流程如图2所示。

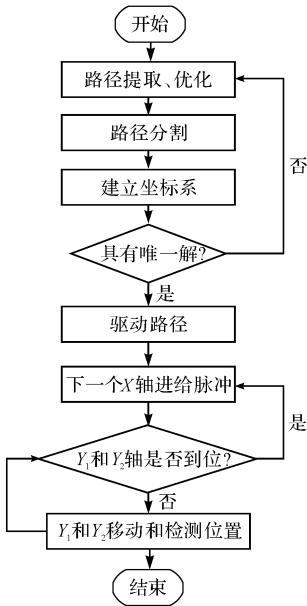


图2 控制流程设计

本研究采用脉冲逼近的方式,脉冲驱动 X 轴移动一个步距, Y_1 和 Y_2 也跟随移动,通过检测位置的装置进行检测,对 Y_1 和 Y_2 的位移进行调整。

1.2 运动机构设计

两条函数 $Y_1(x)$ 和 $Y_2(x)$ 对应两条轨迹位置,一共采用3个移动轴来实现: X 轴、 Y_1 轴和 Y_2 轴。运动机构示意图如图3所示。

运动控制器控制步进电机的转动, X 轴的步进电机控制 X 轴方向进给运动,安装在 Y_1 轴和 Y_2 轴的步进电机、滚珠丝杆、导轨、连接块等部件会在 X 轴的带动下移动。 X 轴上安装了光栅尺反馈装置,用于检测 X 轴运行的位置,如果位置发生偏差, X 轴运动控制器根据偏差量对步进电机进行调整,达到精确控制 X 轴移动的目的^[8]。

Y_1 轴步进电机在控制器的驱动下,控制轨迹1的 Y_1 方向的运动,实现轨迹1的涂胶运动, Y_1 轴上安装了光栅尺反馈装置,用于检测 Y_1 轴运行的位置,如果位置发生偏差, Y_1 轴运动控制器根据偏差量对步进电机进行调整,达到精确控制 Y_1 轴移动的目的^[9]。

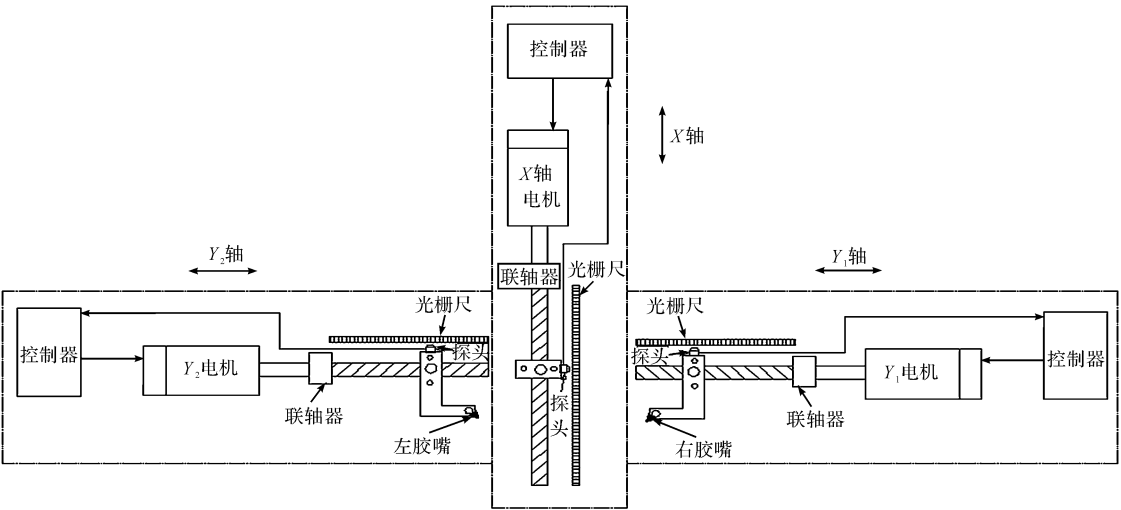


图3 运动机构示意图

同理, Y_2 轴步进电机控制轨迹 2 的 Y_2 坐标位置,实现轨迹 2 的涂胶运动, Y_2 轴光栅尺精确地反馈 Y_2 坐标位置,精确地控制 Y_2 轴的运动。 X 轴每做进给运动可以实现轨迹 1 和轨迹 2 的同步控制涂胶运动,和单个轨迹的涂胶相比,该装置涂胶效率和涂胶精度都大大提高了。

1.3 关键参数的设定

(1) 传动比和控制脉冲总数的分析与计算。
首先分析已知量的关系,控制器脉冲当量为 δ 、丝杆螺距为 K 步进电机的步距角为 B 。得出:

丝杆旋转一周的输入脉冲数:

$$\left(P' = \frac{K}{\delta} \right) \tag{1}$$

电机旋转一周的输入脉冲数:

$$P = \frac{360}{B} \tag{2}$$

再得出电机与丝杆的传动比(机械传动比):

$$i = \frac{P}{P'} = \frac{360 \cdot \delta}{K \cdot B} \tag{3}$$

根据轮廓位置,确定在 Y_1 和 Y_2 上分别要移动的方向和距离 ΔL :

$$\Delta L = \frac{n}{P} \cdot K \tag{4}$$

通过传动比 i 来确定要转动的角度,控制总的脉冲数 n :

$$n = \frac{\Delta L P}{K} = \frac{360 \Delta L}{KB} \tag{5}$$

(2) 转速和控制脉冲总数的分析与计算。

先确定转速与脉步频率的关系,转速(r/s) = 脉冲频率 / (电机每转整步数 $\times$ 细分数),进而表示出关

系式:

$$V = \frac{f \theta_e}{360 \times m} \tag{6}$$

式中: V —电机转速, r/s ; f —脉冲频率, Hz ; θ_e —电机固有步距角; m —细分数,整步为 1,半步为 2。

再用转速等关系表示出脉冲频率 f 为:

$$f = \frac{360 \times V \cdot m}{\theta_e} \tag{7}$$

根据设定的速度,推算出控制器输出的脉冲频率 f 数值,然后控制 Y_1 轴和 Y_2 轴电机的转动转速。

1.4 电气控制设计

该系统选用雷赛 DM442 驱动器,QN-NC0903 控制器和 57HS13 电机等作为关键部件, X 轴 Y_1 和 Y_2 轴的控制原理相似,根据驱动器和控制器,设计出相应的电路单元, X 轴单元电路如图 4 所示。

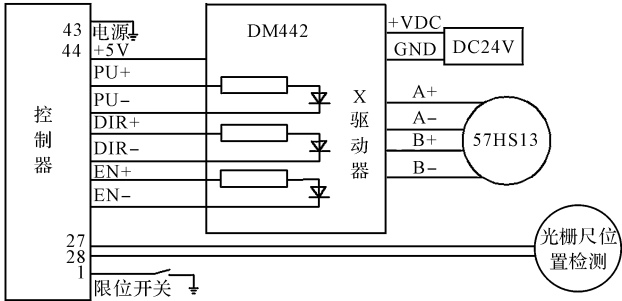


图4 X轴单元电路设计

控制器与驱动器相连,控制器通过 $PU +$ 和 $PU -$ 分别控制脉冲大小, $DIR +$ 和 $DIR -$ 控制方向, $EN +$ 和 $EN -$ 为使能信号。信号给到 DM442,经过驱动器的处理和放大,再控制步进电机的运动。

为了避免一些误动作和偏差, PU 、 DIR 和 EN 应满足一定要求,对控制信号的时序进行规划,如图 5 所示。

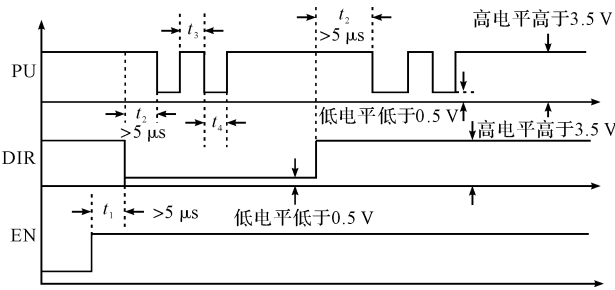


图 5 控制信号时序规划

对于使能信号、方向信号和脉冲信号的时序转变的几个过程 t_1 、 t_2 、 t_3 和 t_4 进行设计,具体如下^[10]:

t_1 。EN(使能信号)应提前 DIR 至少 $5\text{ }\mu\text{s}$,确定为高,此时 EN + 和 EN - 悬空即可;

t_2 。DIR 至少提前 PU 下降沿 $7\text{ }\mu\text{s}$ 确定其状态高或低;

t_3 。脉冲宽度至少小于 $2.5\text{ }\mu\text{s}$;

t_4 。低电平宽度不小于 $2.5\text{ }\mu\text{s}$ 。

为避免电机的失步或干扰导致的运动偏差,该系统采用闭环控制方式,用莫尔条纹的光栅尺检测移动位置量,用光敏元件来检测光强度变化的变化量,把透过观察窗口的光强度变化转换成相应的电压信号的,检测到 X 轴移动非常精确的信息,当运动的位移量与相应的位移量不一致时,控制器根据偏差量调整轴的移动量,以达到精确控制 X 轴移动量的目的。

当指示光栅和标尺光栅成一很小的角度 θ 放置时,会产生互相交叉的系列莫尔条纹,在光照下交叉点的黑色线纹会重叠,当指示光栅尺跟随着 X 轴移动时,莫尔条纹也会随之产生交替变化的明暗条纹,如图 6 所示。

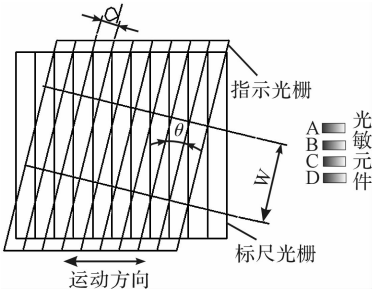


图 6 X 轴光栅尺检测示意图

则它们之间的几何关系为:

$$W = \frac{d}{\sin\theta} \tag{8}$$

式中: W —莫尔条纹的宽度, d —光栅的栅距, θ —两光栅尺线纹的夹角^[11]。

由于 θ 角很小, $\sin \approx \theta$, 式(8)可近似变成:

$$W = \frac{d}{\theta} \tag{9}$$

该系统用 A、B、C 和 D 4 个窗口检测莫尔条纹的变化,采用平行光束照射光栅,透过莫尔条纹的光强度分布近似于余弦函数,根据 4 个窗检测的波形所处的超前或滞后的相位,来获取光强度变化量,通过光敏元件把光强度变化量转化成电压信号,反馈到控制器中,控制器根据位移量调整 X 轴的运动。

2 试验结果分析

本系统设计完成后,对几种产品进行涂胶效果的分析,对其生产工序时间进行试验对比,对比结果如表 1 所示。

表 1 几种涂胶部件的涂胶时间对比涂胶时间

涂胶部件	单轨迹涂胶/(s · n ⁻¹)	双轨迹涂胶/(s · n ⁻¹)
鞋底后帮	8	5
头戴耳机塑料件	9	4.5
便携式皮袋口袋	10	5
合计	27	14.5

采用单轨迹涂胶时间比该系统设计的双轨迹涂胶要长。其中头戴耳机塑料件和便携式皮袋口袋的时间减少一半,后帮鞋底时间缩短不到一半。

分析原因,头戴耳机塑料件和便携式皮袋口袋的涂胶轨迹可以分成非常规则的对称图形,而后帮鞋底的轨迹并不规则。分解成两条对称的轨迹,其时间是单轨迹涂胶时间的一半;两条轨迹不对称,涂胶周期取决于轨迹较长的轨迹。在设计轨迹坐标系时,应当要尽量控制两条轨迹的长度大致相同。

3 结束语

本研究对控制流程、涂胶轨迹变化特性、传动比和控制脉冲总数的关系、转速和控制脉冲总数的关系等方面进行了分析,设计了对双轨迹同步控制的运动机构和电气控制系统,对单轨迹涂胶和双轨迹涂胶的效率进行了试验和比较分析。

研究表明,该系统能有效地提升鞋底后帮、头戴耳机塑料件和便携式皮袋口袋的涂胶效率,这对其它产品的涂胶工艺应用有非常好的参考价值。

参考文献 (References):

- [1] 中国科学院先进制造领域战略研究组. 中国至 2050 年先进制造科技发展路线图[M]. 北京: 科学出版社, 2009.
- [2] 朱广韬. 基于机器视觉的双头点胶机的设计[D]. 镇江: 江苏大学机械工程学院, 2016.

[3] 舒雨锋,张海鹰. 中后帮鞋机全自动涂胶控制系统[J]. 机电工程,2013,30(9):1109-1122.

[4] 古乃铭. 一种汽车遮阳板自动涂胶设备[J]. 科技创新导报,2016(11):190.

[5] 陆敏智. 一种铝框涂胶取放料自动化设备的研制[J]. 机电工程,2016,33(10):1208-1212.

[6] 王一风. 汽车桥壳自动定位及涂胶系统的研发[J]. 汽车零部件,2016(4):56-58.

[7] 蔡杰彦. 胶合板单面涂胶组坯技术[J]. 林产工业,2017,44(1):49-52.

[8] 李龙根,张海鹰,舒雨锋. 涂胶运动控制机构[P]. 中国:ZL201220316830.1,2013-02-13.

[9] 张 彬. CDX2 型包装机组涂胶工艺结构改进[J]. 包装与食品机械,2011,29(1):63-66.

[10] 深圳市雷赛智能控制股份有限公司. DM442 数字式两相步进驱动器使用说明书[M]. 深圳:深圳市雷赛智能控制股份有限公司,2014.

[11] 彭 琅. 一种光栅尺细分技术的研究[D]. 西安:中国科学院西安光学精密机械研究所,2011.

[编辑:张 豪]

本文引用格式:
刘志伟,熊长炜,梅阳寒,等. 双轨迹同步控制快速涂胶系统的设计[J]. 机电工程,2017,34(8):901-905.
LIU Zhi-wei, XIONG Chang-wei, MEI Yang-han, et al. Design of double tracks synchronous control and gluing system[J]. Journal of Mechanical & Electrical Engineering, 2017,34(8):901-905.
《机电工程》杂志:http://www.meem.com.cn

(上接第 859 页)

5 结束语

本研究在 OCT 系统基本原理上,提出了一种基于干涉条纹的光谱仪光谱标定方法,并运用于二维 OCT 系统和光谱仪装置上。通过与商业光谱仪干涉光谱比较和与单频激光的实际波长比较,验证了该标定方法的标定误差在 $\pm 0.15\text{ nm}$ 。该方法简单、速度快、精度高。

该标定方法分两个步骤:第一步用单频激光和卤钨灯为光源,根据光程差与干涉周期数的关系确定光谱仪光谱带宽;第二步利用干涉信号峰值间像素点数和波数比例关系对波长在横坐标分布规律进行光谱校正,提高系统分辨率和信噪比。

本研究提出的标定方式适用于任何波段和不同带宽的连续光谱标定,具有很强的实用性。

参考文献 (References):

[1] 张 磊,戴景民. 基于连续光谱光源的单色仪标定方法[J]. 光谱学与光谱分析,2015,35(8):2348-2351.

[2] DREXLER W, FUJIMOTO J G, GUEYE P, et al. Optical coherence tomography: technology and applications[J]. **Medical Physics**,2009,36(10):4842-4843.

[3] 游鹏飞,钟舜聪,钟剑锋,等. 二维频域光学相干层析系统研究[J]. 机电工程,2015,32(5):602-606.

[4] 葛明锋,元洪兴,王雨曦,等. 高分辨力成像光谱仪光谱定标研究[J]. 光电工程,2015,42(12):12-19.

[5] 陈少杰,崔继承,刘玉娟,等. 高分辨率中阶梯光栅光谱仪精确装调与标定[J]. 光谱学与光谱分析,2012,32(8):2280-2285.

[6] 徐丹阳,童建平,高建勋,等. 光纤光谱仪光路模拟优化及波长标定[J]. 中国激光,2015,42(5):0516003-1-5.

[7] 时 凯,侯文玫,胡 凯. 微型光纤光谱仪波长标定技术的研究[J]. 光学技术,2012,38(4):493-496.

[8] HAMADANI B, ROLLER J, DOUGHERTY B, et al. Absolute spectral responsivity measurements of solar cells by a hybrid optical technique [J]. **Applied Optics**, 2013, 52(21):5184-5193.

[9] MANTILLA J M, HERNANZ M L, CAMPOS J, et al. Monochromator-based absolute calibration of a standard radiation thermometer[J]. **International Journal of Thermophysics**. 2014,35(34):493-503.

[10] 高震宇,方 伟,王玉鹏,等. 基于棱镜扫描法的太阳光谱仪光谱定标[J]. 光谱学与光谱分析,2016,36(6):1930-1935.

[11] ZHONG Jian-feng, ZHONG Shun-cong, ZHANG Qiu-kun, et al. Two-dimensional optical coherence vibration tomography for low-frequency vibration measurement and response-only modal analysis[J]. **Mechanical Systems & Signal Processing**,2016,79(1):65-71.

[编辑:李 辉]