

基于胶带剥离理论的工字轮封口设备设计及力学分析

doi:10.3969/j.issn.1674-7100.2019.04.010

莫易敏 江石磊 董文博

武汉理工大学
机电工程学院
湖北 武汉 430070

摘要:介绍了一种用PVC胶带将胎圈钢丝工字轮封严的封口设备,设计了一种工字轮双边封口的结构,计算出设备的驱动力矩合理取值范围。建立驱动力在传动过程中的简化模型,分析设备封口时力的主要传递路线。根据胶带剥离理论和实际包装过程中胶带拉伸变形情况,用拉伸变形的胶带做封边实验。实验结果表明,当胶带伸长率达到10%左右时,设备无法完成封口。按传动理论计算出整个设备传动所需驱动力矩的最小值和最大值,并与实际的设备工作情况作比较,结果表明按传动理论设计是合理的。

关键词:胎圈钢丝工字轮;双边封口;胶带剥离理论;驱动力矩

中图分类号: TB486⁺.1; TB122 **文献标志码:** A

文章编号: 1674-7100(2019)04-0068-06

引文格式:莫易敏,江石磊,董文博.基于胶带剥离理论的工字轮封口设备设计及力学分析[J].包装学报,2019,11(4):68-73.

0 引言

胎圈钢丝主要应用于轮胎行业。近年来,在汽车产业高速发展的推动下,轮胎制造业也步入了快车道,轮胎产品更新换代速度加快,轮胎企业对骨架材料的研发提出了更高的要求^[1]。胎圈钢丝的生产工艺要求胎圈钢丝与橡胶间的黏合性能较高,钢丝保存时间尽可能长^[2]。无论是胎圈钢丝的生产采用新工艺还是旧工艺,胎圈钢丝的表面要镀一层铜或铜合金。镀青铜回火胎圈钢丝在子午线轮胎中的应用已经得到了普及^[3-4],其用量随着轮胎工业的发展不断增长。胎圈钢丝在空气中极易被氧化,因此在胎圈钢丝生产加工之后,会采用人工包装的方式对胎圈钢丝进行保护,防止因为放置时间过长而被氧化,影响其使用性能。胎圈钢丝目前的包装方式分为两种:纸芯箱装和工字轮包装^[5]。通过对国内胎圈钢丝生产厂家的调研发现,胎圈钢丝的包装还停留在人工包装的阶段,

人工对胎圈钢丝进行包装存在包装效率低、质量不稳定等缺点。胎圈钢丝工字轮封口设备是将胶带和包装纸把轮子封严,防止空气进入包装纸与工字轮轮缘之间的间隙而使胎圈钢丝氧化的设备。

基于黏性胶带的剥离理论和胶带的拉伸延展变形,对胎圈钢丝工字轮封口设备的主要运动零部件进行动力学分析和参数化设计,以期为胎圈钢丝工字轮封口设备的研发设计以及改进优化提供参考。

1 结构与工作原理

1.1 胎圈钢丝工字轮封口设备结构

胎圈钢丝工字轮封口设备如图1所示,设备主要由工字轮旋转驱动装置、封口执行机构、自适应机构、胶带剪切机构等组成,其结构如图2所示。胎圈钢丝工字轮封口设备工作流程如下:将胎圈钢丝工字轮运输到特定位置后,在顶紧装置和工字轮旋转驱动装

收稿日期:2019-04-16

作者简介:莫易敏(1960-),男,湖南桃源人,武汉理工大学教授,博士生导师,主要从事摩擦学,机电一体化与汽车安全方面的教学与研究,E-mail:moyimin@whut.edu.cn

置之间夹紧, 左右两侧的封口执行机构横向和纵向移动将胶带紧贴在工字轮的轮缘和包装纸上并压紧, 胶带起头装置松开后, 工字轮旋转驱动装置的电机带动胎圈钢丝工字轮绕中心轴线旋转, 完成封边后封口执行机构上移, 胶带起头装置夹住胶带使胶带绷紧, 胶带剪切机构动作将胶带剪断, 完成胎圈钢丝工字轮的封边。

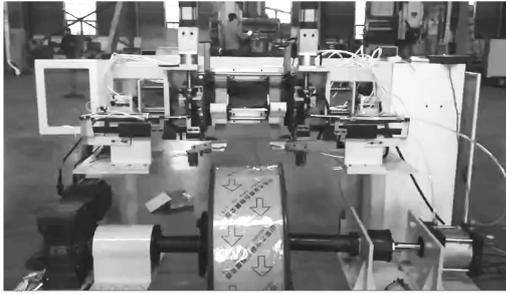
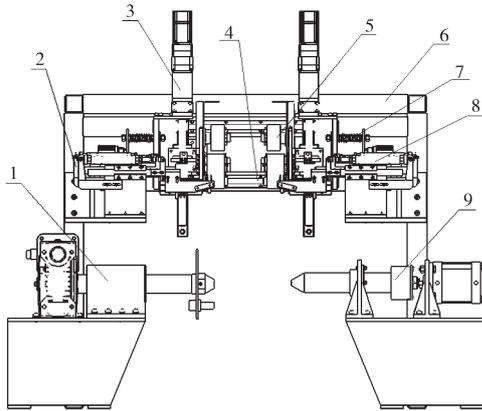


图 1 胎圈钢丝工字轮封口设备

Fig. 1 Bead wire I-shaped wheel sealing equipment



1—工字轮旋转驱动装置; 2—胶带起头装置; 3—封口执行机构纵向移动电机; 4—封口执行机构横向移动滑台; 5—封口执行机构; 6—机架; 7—自适应机构; 8—胶带剪切机构; 9—工字轮顶紧装置

图 2 胎圈钢丝工字轮封口设备结构图

Fig. 2 Bead wire I-shaped wheel sealing device structure diagram

1.2 封口执行机构的工作机理

1.2.1 执行机构工作过程

胎圈钢丝工字轮封口设备的剖视图如图 3 所示。图 3 展示了设备驱动胎圈钢丝工字轮转动一侧各机构的相对位置关系。

在胶带封口执行机构的封口过程中, 整个执行机构按照所处的工作状态可以大致分为 3 个阶段: 第一个阶段是封口执行机构准备阶段, 此阶段封口执

行机构未与胎圈钢丝工字轮的轮缘接触, 如图 4a、4b、4c 所示; 第二个阶段是封口执行机构工作阶段, 此阶段封口执行机构与胎圈钢丝工字轮的轮缘接触, 执行封口的过程, 如图 4d 所示; 第三个阶段是封口执行机构退出阶段, 此阶段封口执行机构与胎圈钢丝工字轮的轮缘逐渐脱离。

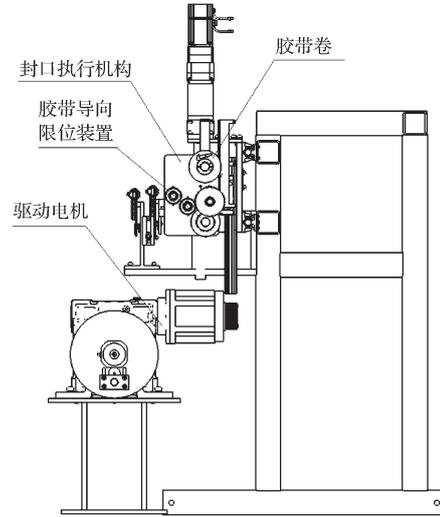


图 3 胎圈钢丝工字轮封口设备剖视图

Fig. 3 Sectional view of bead wire I-shaped wheel sealing equipment

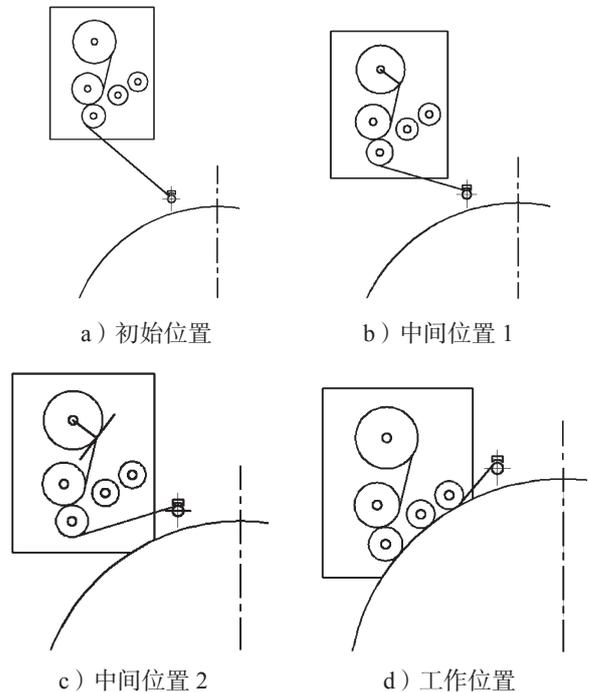
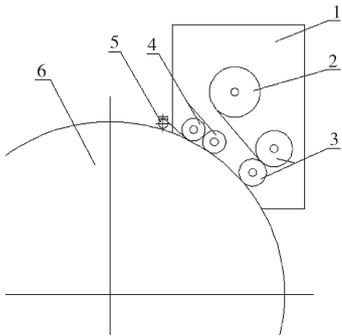


图 4 封口执行机构工作过程图

Fig. 4 Working diagram of the sealing actuator

1.2.2 执行机构封口原理

胶带封口执行机构的结构如5所示。根据对山东大业胎圈钢丝工字轮的实际调研情况,胎圈钢丝工字轮的轮缘可以简化成直径为760 mm的圆。胶带封口执行机构的工作原理如下:宽度为60 mm的普通聚氯乙烯(polyvinyl chloride, PVC)胶带在胶带封口执行机构的作用下,胶带的一边边缘紧贴工字轮轮缘中线,胶带的另一边边缘贴在胎圈钢丝最外层的包装纸上,松开胶带夹紧装置,胎圈钢丝工字轮绕中心线逆时针旋转一周多 20° ,完成胎圈钢丝工字轮一边封口。把胶带封口执行机构对称制作两套,对称安装在机架上,控制两套胶带封口执行机构同步动作,从而完成胎圈钢丝工字轮双边封口。



1—固定连接板; 2—PVC 胶带卷放卷机构; 3—胶带导向限位装置; 4—压胶带轮; 5—胶带夹紧装置; 6—胎圈钢丝工字轮

图5 胶带封口执行机构结构图

Fig. 5 Structure of the tape sealing actuator

2 力的传动与胶带剥离动力学分析

2.1 力的传动路线

对封口过程的第二阶段主要受力部件力学分析如下:在第二阶段,封口执行机构已经与工字轮的轮缘接触,胶带导向限位装置可以看作一个定滑轮组。在忽略胶带与胶带导向限位装置之间的摩擦力、导向辊绕中心轴自转的摩擦力以及与工字轮接触产生的摩擦力的情况下,可以认为驱动工字轮转动的扭矩用来克服胎圈钢丝工字轮转动的转动惯量和提供作用在胶带前端的有效拉力。

胎圈钢丝工字轮封口设备在工作过程中,力的主要传递过程如图6所示。胎圈钢丝工字轮顶紧在工字轮顶紧装置和工字轮旋转驱动装置之间,由工字轮旋转驱动装置的电机减速机提供驱动扭矩,该扭矩驱动工字轮旋转将力传递到贴在工字轮轮缘的胶带上,

再经由胶带导向限位装置给胶带提供剥离力。

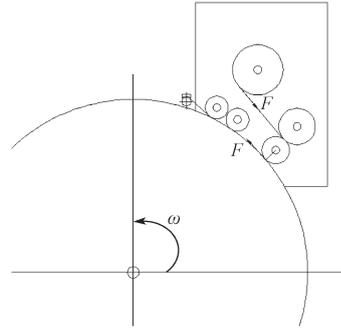


图6 封口执行机构工作过程力传动示意图

Fig. 6 Transmission diagram of working process force of the sealing actuator

2.2 胶带剥离动力学分析

胶带封口执行机构要完成对胎圈钢丝工字轮双边胶带封口,其驱动力需要大于胶带封口所需的最小力。胶带的有效拉力 F 与剥离点 P 的切线之间的夹角称为剥离角 θ 。剥离动力在有限的驱动速度范围内是不稳定的,随着剥离角 θ 的增加,剥离驱动力变小^[7]。在封口执行机构中 θ 取 30° 。要确定驱动力,先要确定有效拉力 F 。胶带剥离过程的力学模型如图7所示,图中胶带卷半径为 r ,绕点 O 转动的角速度为 ω ,剥离角 θ 、剥离速度 v 、有效拉力 F 。

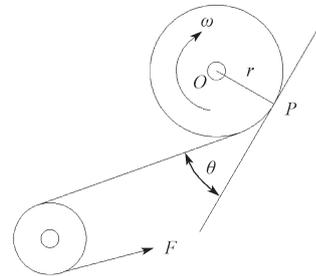


图7 胶带剥离力学模型

Fig. 7 Tape peeling mechanical model

根据胶带剥离过程中的能量守恒,得到应变能释放率的方程^[8]为

$$G = \frac{F}{b}(1 - \cos\theta) + \left(\frac{F}{b}\right)^2 \frac{1}{2Eh}, \quad (1)$$

式中: G 为应变能释放率, N/mm;

F 为作用在胶带前端的有效拉力, N;

b 为胶带的宽度, mm;

θ 为剥离角, rad;

E 为胶带的弹性模量;

h 为胶带的厚度, mm。

当 $\theta \geq 30^\circ$ 时, 式 (1) 中的二次项可以忽略, 从而有

$$G = \frac{F}{b}(1 - \cos\theta)。 \quad (2)$$

能量释放率的另一定义^[9]为

$$G = \frac{\partial U_M}{\partial A},$$

式中: U_M 为机械能, J;

A 为胶带的面积, m^2 。

根据文献 [9] 对胶带剥离力的定义, 有

$$F_0(v) = \frac{\partial U_M}{\partial x},$$

式中 x 为在时间 t 内胶带剥离的长度。

从而得

$$G = \frac{\partial U_M}{\partial A} = \frac{1}{b} \cdot \frac{\partial U_M}{\partial x} = \frac{F_0(v)}{b}, \quad (3)$$

即 $F_0(v) = bG$,

联合式 (2) 和式 (3) 可得有效拉力 F 的计算式为

$$F = \frac{F_0(v)}{1 - \cos\theta}。 \quad (4)$$

对于特定型号的胶带剥离力 $F_0(v)$ 是定值, 通过测定特定型号胶带的剥离力实验, 可得到特定型号胶带剥离力 $F_0(v)$ 的值。

3 驱动力矩计算

3.1 工字轮转动惯量计算

根据对山东大业胎圈钢丝工字轮的实际调研情况, 直径为 760 mm、宽为 320 mm 的胎圈钢丝工字轮在缠绕满胎圈钢丝的情况下净重为 550 kg。胎圈钢丝工字轮封口设备完成封边需要时间 30 s, 胎圈钢丝工字轮匀速转动的角速度 $\omega_0 = \frac{3\pi}{80}$ rad/s, 胎圈钢丝工字轮从静止到以 ω_0 的角速度匀速转动需要在 3 s 的时间内完成, 故设备提供的角加速度为 $\alpha = \frac{\pi}{80}$ rad/s²。

将直径为 760 mm、宽为 320 mm 的胎圈钢丝工字轮看作直径为 760 mm、高为 320 mm、质量为 550 kg 的圆柱状均质刚体, 如图 8 所示。假设其密度为 ρ , 求出胎圈钢丝工字轮的转动惯量 J_0 。

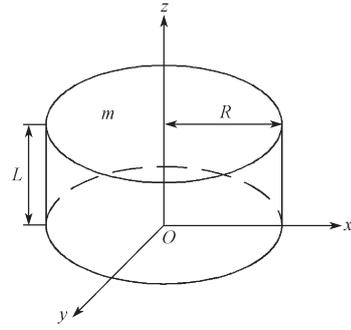


图 8 工字轮的简化模型

Fig. 8 Simplified model of the I-shaped wheel

根据均质实心圆柱刚体的转动惯量公式^[10]

$$J = \int_0^R \rho \cdot 2\pi r^3 dr \int_0^L dl,$$

代入数值计算可得 $J_0 = 39.71 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$ 。

因此, 经 3 s 时间电机仅驱动胎圈工字轮从静止到以 ω_0 匀速转动, 需要的驱动力矩 $T_1 = 1.56 \text{ N}\cdot\text{m}$ 。

3.2 胶带前端有效拉力计算

根据胶带封口执行机构的工作原理及封口的工作过程, 可以看出在整个胶带封口过程中, 胶带的剥离角 θ 不变, 即 θ 为定值 30° 。因此, 胶带对工字轮封口所需最小实际拉力 $F_{\text{实}}$, 大于作用在胶带前端的有效拉力 F , 即可满足胶带封口的工作要求, 即

$$F_{\text{实}} > F = \frac{F_0(v)}{1 - \cos\theta}。$$

通过查阅文献资料, 得知以聚丙烯膜为基材, 规格为 $40 \mu\text{m} \times 12 \text{ mm} \times 100 \text{ m}$ 的黏性胶带, 在剥离速度不变的前提下, 胶带的剥离力是定值^[11]。

已知这种黏性胶带的剥离力 $F_0(v) = 0.3 \text{ N}$, 从而可以得出该胶带的应变能释放率 $G = 0.025 \text{ N/mm}$ 。对于相同剥离角的粗糙基底的胶带剥离力小于平坦基底的胶带剥离力^[12]。由于本设备中所使用的胶带为 PVC 胶带, 和资料中胶带基材不同, 故计算作用在胶带前端的有效拉力 F 时, 需乘以安全系数 S (S 取 1.2), 以保证此设计的可靠性, 此时有效拉力记为 F_0' 。设备中所使用的 PVC 胶带宽度 $b = 60 \text{ mm}$, 厚度 $h = 0.15 \text{ mm}$, 可得出这种 PVC 胶带的有效剥离力 $F_0'(v) = 1.5 \text{ N}$ 。把 $F_0'(v)$ 的值代入式 (4) 可得到作用在胶带前端的有效拉力 $F_0 = 13.43 \text{ N}$ 。

3.3 工字轮驱动力矩计算

3.3.1 驱动力矩最小值

已知胎圈钢丝工字轮的轮缘直径 $D_1 = 760 \text{ mm}$, 可推知驱动工字轮转动的扭矩最小值 $T_{0,\text{min}}$, 应为仅

驱动胎圈钢丝工字轮转动的扭矩与剥离胶带所需的驱动力矩之和,即

$$T_{0,\min} = T_1 + F_0 \cdot \frac{D_1}{2},$$

代入数值计算得 $T_{0,\min}=6.63 \text{ N}\cdot\text{m}$ 。

在实际的工作中,摩擦力的存在和传动效率的损耗,驱动工字轮转动的扭矩实际最小值

$$T_{\min} > T_{0,\min}。$$

3.3.2 驱动力矩最大值

断裂伸长率(e)是指纤维受外力作用至拉伸时,拉伸前后的差值与拉伸前长度的比值。假定胶带原长 L_0 ,在恒定力作用下拉伸胶带至其断裂,拉伸后胶带的长度记为 L' ,则胶带的断裂伸长率为

$$e = \frac{L' - L_0}{L_0} \times 100\%。$$

根据断裂伸长率的定义,取工字轮大约1/4圆弧长度胶带进行拉伸实验^[13],并将拉伸后的胶带人工模拟胶带封边的过程,进行封边实验,观察拉伸后的胶带封边工艺质量,记录实验数据,并对实验数据进行分析。选用的胶带为优必胜牌PVC胶带,规格为60 mm × 33 m × 0.15 mm。

实验中取未产生拉伸变形、长为60 cm的胶带作为实验原材料,在一定的拉力作用下使胶带产生拉伸变形,并记录下拉伸后的胶带的长度,根据胶带的断裂伸长率定义算出胶带的伸长率;用拉伸后的胶带进行胎圈钢丝工字轮封边实验,根据封边质量的好坏,得出不能完成封边的胶带的伸长率的近似值。实验结果如表1所示。

表1 拉伸后的胶带封边实验结果

Table 1 Tape sealing test results after stretching

实验序号	原长/cm	拉伸后度/cm	伸长率/%	封边质量
1	60	63.2	5.33	好
2	60	65.7	9.50	好
3	60	72.5	20.80	差
4	60	70.6	17.60	差
5	60	67.7	12.83	差
6	60	66.4	10.67	一般
7	60	64.8	8.00	好
8	60	65.5	9.17	好
9	60	66.0	10.00	一般
10	60	66.8	11.30	差

由表1可知,当胶带的伸长率不超过9.5%时,拉伸后的胶带能较好地完成胶带封边过程;当胶带的伸长率为>9.5%~10.67%时,拉伸后的胶带能完成封

边,但是封边的质量不稳定,会出现胶带脱离工字轮轮缘的情况;当胶带的伸长率大于10.67%时,靠人工难以将拉伸后的胶带进行封边达到合格质量。也就是说,当设备中用的PVC胶带的伸长率达到10%左右时就无法完成封边。

根据王鑫婷等^[14]对双向拉伸聚丙烯(biaxially oriented polypropylene, BOPP)胶带、聚乙烯醇(polyvinyl alcohol, PVA)胶带的断裂伸长率研究,一般的胶带断裂伸长率都大于30%,由此可知PVC胶带在拉伸率为10%的情况下一般不会发生断裂。由GB/T 22378—2008《通用型双向拉伸聚丙烯膜压敏胶黏带》^[15]可知,PVC胶带的拉伸强度应大于或等于20 N/cm。由此可以推知,当作用在胶带前端的有效拉力 F 大于或等于120 N时,有可能使宽度为60 mm的PVC胶带产生拉伸变形,即当 $T_{0,\min}=120 \text{ N}$ 时,驱动工字轮转动的扭矩有最大值:

$$T_{0,\max} = T_1 + F_{0,\max} \cdot \frac{D_1}{2},$$

代入数值可算得 $T_{0,\max}=47.16 \text{ N}\cdot\text{m}$ 。

综上所述,胎圈钢丝工字轮封口设备所需驱动力矩在区间($T_{0,\min}, T_{0,\max}$]内取值,即这台设备驱动电机减速机所提供的扭矩 $T \in (6.63, 47.16]$ (单位N·m)。

根据实际设备的测试情况,电机减速机的扭矩值在此范围之内,故设备的传动设计参数合理。

胎圈钢丝工字轮封口设备调试完成后,对胎圈钢丝工字轮进行封边,设备的封边效果如图9所示。



图9 胶带封边效果图

Fig. 9 Tape sealing results diagram

4 结语

1) 介绍了一种特定规格的胎圈钢丝工字轮用胶带,将包装纸与工字轮封严的胎圈钢丝工字轮封口设备,对设备的整体结构以及工作原理进行了简单

阐述, 并提出了一种胎圈钢丝工字轮胶带双边封口的结构。

2) 结合设备的工作原理, 对封口执行机构的工作状态进行分析, 建立了驱动力在传动过程中的简化模型, 给出了设备封口时力的主要传递路线。

3) 对整个设备工作过程中主要力的传递部件进行了动力学分析, 根据胶带剥离理论和实际包装过程中胶带拉伸变形情况, 用拉伸的胶带进行封边实验。实验表明, 当胶带的伸长率达到 10% 左右时, 设备就无法完成胎圈钢丝工字轮的封边。

4) 计算出了整个设备传动所需要驱动力矩的理论最小值和最大值, 并与实际的情况作对比, 发现实际的驱动力矩在理论最小值和最大值的范围内, 因此传动设计是合理的。

参考文献:

- [1] 冯 威. 胎圈钢丝行业现状及未来发展趋势分析 [J]. 中国橡胶, 2017, 33(2): 11-13.
FENG Wei. Analysis of the Current Status and Future Development Trend of the Bead Wire Industry [J]. China Rubber, 2017, 33(2): 11-13.
- [2] 佚名. 与橡胶高度粘合的锡青铜回火胎圈钢丝的生产工艺 [J]. 橡胶参考资料, 2016, 46(3): 41.
[Anon]. Production Process of Tin Bronze Tempered Bead Wire Highly Bonded with Rubber [J]. Rubber Reference Material, 2016, 46(3): 41.
- [3] 余 鹏. 新型胎圈钢丝生产线工艺探讨 [J]. 金属制品, 2016, 42(3): 5-8.
YU Peng. Discussion of New Type Bead Wire Production Line Process [J]. Steel Wire Products, 2016, 42(3): 5-8.
- [4] 孙 彬, 陈殿龙, 辛振祥, 等. 柠檬酸对胎圈钢丝镀层影响的研究 [J]. 橡塑技术与装备, 2016, 42(5): 16-18.
SUN Bin, CHEN Dianlong, XIN Zhenxiang, et al. Study of the Effect of Citric Acid on Bead Wire's Coating [J]. China Rubber/Plastics Technology and Equipment, 2016, 42(5): 16-18.
- [5] 李文军. 胎圈钢丝的包装方式及轮胎企业使用时的建议 [J]. 中国橡胶, 2010, 26(16): 40-41.
LI Wenjun. Packaging Methods of Bead Wire and Application Direction for Tire Enterprise [J]. China Rubber, 2010, 26(16): 40-41.
- [6] 刘其林, 黄颖瑜, 邓伟文, 等. 双面胶带剥离强度测试的影响因素 [J]. 粘接, 2017, 38(5): 48-53.
LIU Qilin, HUANG Yinyu, DENG Weiwen, et al. Factors Affecting Peeling Strength Test of Double Coated Tape [J]. Adhesion, 2017, 38(5): 48-53.
- [7] DALBE M J, VILLEY R, CICCOTTI M, et al. Inertial and Stick-Slip Regimes of Unstable Adhesive Tape Peeling [J]. Soft Matter, 2016, 12(20): 4537-4548.
- [8] 魏炳方, 杭鲁滨, 罗玉峰. 基于粘性胶带的缠绕捆扎机构设计 [J]. 包装工程, 2013, 34(3): 68-71, 115.
WEI Bingfang, HANG Lubin, LUO Yufeng. Design of Winding Packaging Mechanism Based on Adhesive Tape [J]. Packaging Engineering, 2013, 34(3): 68-71, 115.
- [9] CICCOTTI M, GIORGINI B, VALLET D, et al. Complex Dynamics in the Peeling of an Adhesive Tape [J]. International Journal of Adhesion and Adhesives, 2004, 24(2): 143-151.
- [10] 王 越, 丁晓红, 王代殊. 大学物理 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2017: 178-190.
WANG Yue, DING Xiaohong, WANG Daishu. College Physics [M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2017: 178-190.
- [11] DE R, ANANTHAKRISHNA G. Lifting the Singular Nature of a Model for Peeling of an Adhesive Tape [J]. The European Physical Journal B, 2008, 61(4): 475-483.
- [12] OZER A. The Effect of Substrate Roughness on Tape Peeling [J]. International Journal of Adhesion and Adhesives, 2015, 62: 14-17.
- [13] 中国石油和化学工业联合会. 压敏胶粘带拉伸性能试验方法: GB/T 7753—1987 [S]. 北京: 中国标准出版社, 1987: 3-4.
China Petroleum and Chemical Industry Federation. Test Method for Tensile Properties of Pressure Sensitive Adhesive Tapes: GB/T 7753—1987 [S]. Beijing: China Standard Press, 1987: 3-4.
- [14] 王鑫婷, 曹国荣, 李东立, 等. PVA 胶带的制备及力学性能研究 [J]. 包装工程, 2018, 39(5): 13-15.
WANG Xinting, CAO Guorong, LI Dongli, et al. Preparation and Mechanical Property of PVA Tape [J]. Packaging Engineering, 2018, 39(5): 13-15.
- [15] 中国石油和化学工业联合会. 通用型双向拉伸聚丙烯膜压敏胶黏带: GB/T 22378—2008 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2008: 1-5.
China Petroleum and Chemical Industry Federation. Pressure Sensitive Adhesives Tapes of BOPP for General Purpose: GB/T 22378—2008 [S]. Beijing: China Standard Press, 2008: 1-5.

(责任编辑: 邓光辉)
(下转第 81 页)

Calibration of Packaging Sorting Robot Based on BP Neural Network

ZHANG Xiaofeng, LI Guang, XIAO Fan, YANG Jiachao, MA Qijie

(College of Mechanical Engineering, Hunan University of Technology, Zhuzhou Hunan 412007, China)

Abstract: Hand-eye calibration determines the nonlinear mapping relationship between robot base coordinate system and camera coordinate system, and it plays an important role in visual servo. Aimed at the issue of hand-eye calibration in visual servo control system, based on robot toolbox and neural network toolbox, under the environment of MATLAB/simulink, the error back propagation (BP) neural network algorithm and radial basis function (RBF) neural network algorithm were used to simulate the mapping relationship between 6-DOF sorting robot and monocular camera. The accuracy of the two algorithms was analyzed through the simulation results. In addition, the hand-eye calibration of the manipulator was carried out by using BP neural network and Zhang's method under the same experimental conditions. The same group of random sample points were grabbed in the actual workspace of the manipulator, and the grasping accuracy of the random sample points was compared. The simulation and experimental results showed that the calibration accuracy of BP neural network was better than that of RBF neural network and Zhang's calibration method, and could improve the accuracy of hand-eye calibration in practical application.

Keywords: BP neural network; RBF neural network; hand-eye calibration; visual servo; robotic arm

.....

(上接第 73 页)

Design and Mechanical Analysis of I-Shaped Wheel Sealing Device Based on Tape Peeling Theory

MO Yimin, JIANG Shilei, DONG Wenbo

(School of Mechanical and Electronic Engineering, Wuhan University of Technology, Wuhan 430070, China)

Abstract: A kind of sealing device for sealing the bead wire I-shaped wheel with PVC tapes was introduced, with a structure of bilateral sealing being designed, and the reasonable range of the driving torque of the device calculated. A simplified model of the driving force in the transmission process was established, and the main transmission route of the force during the sealing process was analyzed. According to the tape peeling theory and the tensile deformation of the tape in the actual packaging process, the edge-sealing experiment was carried out with a stretched and deformed tape. The experimental results showed that when the elongation of the tape reached around 10%, the device could not complete the sealing. According to transmission theory, the theoretical minimum and maximum values of the driving torque required for the entire equipment transmission were calculated. Compared with the actual equipment working conditions, the theoretical results of this transmission theory design were reasonable.

Keywords: bead wire I-shaped wheel; bilateral sealing; tape peeling theory; driving torque