

V带真实轨迹的测量方法设计及实现

朱琳^{1,2}, 关祥毅¹, 刘义翔¹, 金向阳¹, 冯建元¹, 王阳俊¹

(1. 哈尔滨商业大学, 哈尔滨 150028; 2. 东北农业大学, 哈尔滨 150030)

摘要: V带与轮槽接触面间周向摩擦力与拉力不共线, 导致V带实际运动轨迹并非理论圆弧。为描绘V带真实运动轨迹, 实验设计了3种测量方法, 讨论了各方法的精确性、操作性, 并利用距离传感器法测定了不同转速条件下V带的真实运动轨迹, 为准确计算V带当量摩擦系数影响角 γ 以及当量摩擦系数 μ_v 提供了有效途径。

关键词: V带传动; 当量摩擦系数; 影响角; 运动轨迹

中图分类号: TB486; TH132.32 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2012)03-0072-03

Measuring Technique Design and Implementation of V-belt Real Trajectory

ZHU Lin^{1,2}, GUAN Xiang-yi¹, LIU Yi-xiang¹, JIN Xiang-yang¹, FENG Jian-yuan¹, WANG Yang-jun¹

(1. Harbin University of Commerce, Harbin 150028, China; 2. Northeast Agricultural University, Harbin 150030, China)

Abstract: The real trajectory of V belt is not a theoretic arc due to deviation of circumferential friction from tension of the belt. Three techniques for measuring the belt trajectory during V-belt drive course were proposed; also the accuracy and the operability were analyzed. The range sensor was applied to measure the real trajectory of different speed V belt. The purpose was to provide effective approaches for acquire the real trajectory of V belt, and furthermore, the accurate calculation of the slope angle γ and equivalent coefficient of friction μ_v .

Key words: V-belt drive; equivalent coefficient of friction; slope angle; trajectory

V带传动具有传动平稳、无噪声以及过载保护等优点, 又因其具有较大的承载能力和较高的传动效率, 因而广泛应用于食品、药品等包装机械的传动系统中, 其稳定性与可靠性直接影响包装机械的性能。我国对带传动品种开发和理论研究, 以及带传动检测装置和试验设备、传动带和带轮制造设备的研制和工艺控制技术水平等方面, 与工业发达国家都有相当大的差距^[1]。针对带传动行业发展现状, 切实解决一些基本和关键问题, 积极开展理论研究, 是很有意义的。当前对V带传动的研究多着眼于V带传动的优化设计^[2-3]、疲劳可靠性设计^[4-5]、计算机辅助设计^[6]、V带弹性性质的研究^[7]、摩擦损失分析^[8-9]等, 鲜见V带当量摩擦系数计算公式的理论研究。由于传统当量摩擦系数计算公式不够精确, V带承载能力及传动效率无法准确计算。郑大宇、朱琳^[10-12]等人提出的

摩擦系数影响角, 提高了V带当量摩擦系数的计算精度。带传动过程中由于V带沿轮槽径向的滑动产生了径向摩擦力 F_r , 导致周向摩擦力 F_z 与带的拉力 $F_{L\alpha}$ 不共线, 因而存在一个 γ 夹角, 精确测量V带当量摩擦系数影响角 γ , 是准确获得 μ_v 的关键。影响角 γ 的测量, 依赖于V带传动过程中真实轨迹的获得。考虑V带拉力变化导致的受力情况发生的变化, 设计利用位移传感器方法实验测量V带在一定速度条件下的真实运动轨迹, 为研究带传动及包装机械可靠性和传动效率提供理论依据。

1 真实轨迹与影响角

实验测定影响角 γ 的原理方法并不唯一。本实验通过测定在带轮上, 带从紧边绕进轮槽到绕出轮槽

收稿日期: 2011-07-31

基金项目: 哈尔滨市科技创新人才研究专项资金项目(2010RFQXG015)

作者简介: 朱琳(1978—), 女, 白族, 哈尔滨人, 哈尔滨商业大学副教授, 东北农业大学博士生, 主要从事机械设计及理论研究。

的过程中带的真实运动轨迹,与理论轨迹相对照,进行受力分析,是求得 γ 角值的重要方法。

如图 1 所示, F_T 为 V 带紧边拉力, F_S 为 V 带松

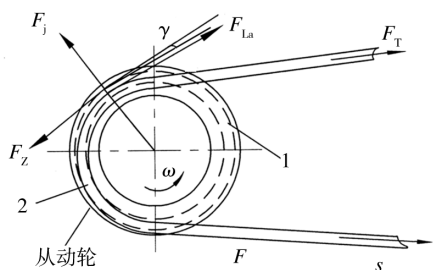


图 1 V 带侧面上某点的轨迹

Fig. 1 Trajectory of one point in flank of V belt

边拉力。轨迹 1(图 1 虚线所示)为理想状态 V 带传动轨迹,轨迹 2(图 1 实线所示)为由带的拉力变化等因素作用下的 V 带实际传动轨迹。带的实际轨迹与理论轨迹的夹角即为 γ 角。将带上某点理论位置与实际位置相对照,并对该点受力情况进行分析,可直接得出带的运动轨迹上该处 γ 角值。

2 测定方案设计

2.1 位移传感器实验方案

考虑到接触式传感器会与带之间产生摩擦,影响测量结果的准确性,实验应用非接触式位移传感器^[13],精度不低于 $1\text{ }\mu\text{m}$,应用数据采集卡采集数据,并在计算机上根据输出信号进行编程和数据分析,然后进行曲线拟和,描绘出 V 带真实运动轨迹。

该测试方案的实施,需将带轮与轮轴制作成一体式结构,带轮轮毂处不封闭,做成空腔结构,其剖面见图 2。在轴上①处开槽,内置位移传感器,在 V 带底

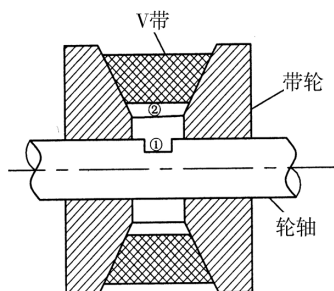


图 2 传感器测位移装置剖面

Fig. 2 Sectional drawing of device for measuring displacement using sensor

部与槽①垂直方向②处贴金属片。在 V 带运动过程中,通过测量该点与传感器之间的位移变化量,并与理论轨迹对照,得出 V 带上某点实际运动轨迹。

连接传感器与前置器的视频线安装在中空轴内一起运转,并设计可转接头。另因为 V 带的径向移动位移较小,要求精度较高,金属贴片帖覆在带的表面要求必须平整,不可产生较大的表面粗糙度值,否则将影响测量结果的准确性。

2.2 距离传感器测定径向距离

采用德国生产的 P 系列非接触式激光距离传感器,精度为 $0.2\text{ }\mu\text{m}$,量程为 $5\sim 10\text{ mm}$,该传感器尺寸为 $5\text{ mm}\times 10\text{ mm}\times 12\text{ mm}$ 。见图 3,在带轮外部设

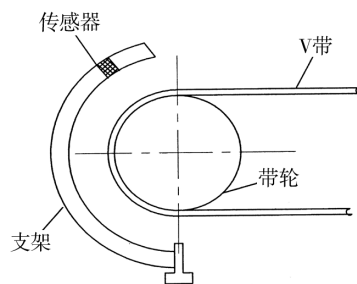


图 3 距离传感器测量设计示意图

Fig. 3 Sketch map of device using range sensor

计一圆形轨道,用于安装距离传感器。首先将距离传感器安装于 V 带绕进轮槽部分某一位置的上方圆形轨道上,当 V 带稳定运转后,测定该位置处传感器与 V 带上表面的距离,以确定该点的径向位置。将传感器安装位置按逆时针方向移动,再测出下一点位置,通过若干点的位置,确定出带从绕进到绕出主动轮的带上各点的运动轨迹。实验方案简单可靠,可实施性相对较强,但对距离传感器的精度要求较高,并要求其体积足够小。

2.3 采用激光束和圆形轨道测量 V 带运动轨迹

选择镜面反射材料贴覆于 V 带上表面,设计带角度刻度值的圆形轨道(称为量角轨道),适当选取其轨道半径,在其上安装激光发射器。见图 4,若带传动轨道为圆弧(与理论轨道重合),则激光发射器发射的光线照射在带表面后沿原轨迹返回,即入射光线与反射光线轨迹重合,方向相反,此时量角轨道上无角度值。反之,反射光线与入射光线间必有一夹角,在量角轨道上可读出其夹角值。可通过数码照相机拍摄入射光线与反射光线,其交点则为传动带上点的位

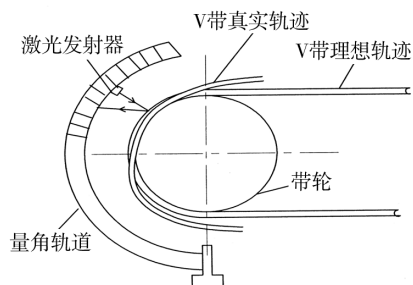


图 4 激光测量装置示意图

Fig. 4 Sketch map of measuring device using laser

置,选取若干点连接得到点的运动轨迹。通过曲线拟合得到 V 带实际运动轨迹图。

2.4 方案对比

测试方案对比见表 1。

表 1 V 带真实轨迹测试方案性能对比

Tab.1 Scheme comparison for measuring the real trajectory of V belt

	位移 传感器	距离 传感器	激光束和 圆形轨道
精度	高	高	较低
操作性	差	好	一般
成本	高	高	低

2.5 不同转速带的真实轨迹

采用距离传感器法测量不同转速的 V 带传动的真实运动轨迹,将其位移放大 30 倍,绘制其运动轨迹

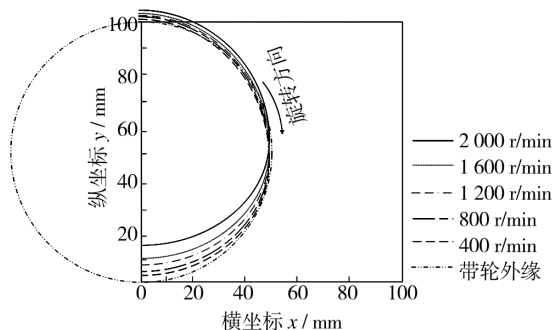


图 5 V 带运动轨迹(从动轮)

Fig. 5 The trajectory curve of V belt(driven pulley)

图,见图 5。带的真实轨迹随转速不同而发生变化,转速越大,其实际轨迹与理论轨迹的偏差愈大,但其运动趋势大致相同。V 带由松边绕进从动轮时,带由楔入点处的轮槽外缘逐渐向轮槽内部移动,随着 V 带的运转,其径向相位移逐渐增大,在 V 带楔出点

处,其径相位移最大。

3 结论

提出了测量 V 带传动过程中带真实轨迹的 3 种方法,介绍了其原理并进行了可行性分析,可根据不同测量环境及条件选择合适的测量方法。采用距离传感器测定了不同转速条件下带的真实运动轨迹,为精确计算当量摩擦系数影响角 γ 及 V 带当量摩擦系数 μ_v ,估算带的效率,实现 V 带传动设计的合理化,提供了理论基础和实验思路。

参考文献:

- [1] 于清溪. 世界传动带发展现状与展望[J]. 橡胶技术与装备, 2001, 27(6): 1—6.
YU Qing-xi. Present Development Status and Prospect on the World Transmission Belt[J]. China Rubber Technology & Equipment, 2001, 27(6): 1—6.
- [2] 龚小平, 仝崇楼, 刘永强, 等. V 带传动可靠性优化设计[J]. 现代机械, 2002(1): 50—52.
GONG Xiao-ping, TONG Chong-lou, LIU Yong-qiang, et al. Reliability Optimization Design of V-belt Transmission[J]. Modern Machinery, 2002(1): 50—52.
- [3] CHASE Thomas R, ERDMAN Arthur G, MARIER Greg. Design of an Improved Variable-sheave V-belt Drive[J]. Mechanism and Machine Theory, 1991, 26(6): 579—592.
- [4] 黄伟忠. V 型带传动的模糊可靠性设计[J]. 机械, 2002, 29(增刊): 102—103.
HUANG Wei-zhong. Fuzzy Reliability Design of V-belt Transmission[J]. Machinery, 2002, 29(S1): 102—103.
- [5] 张家骝. 普通 V 带传动可靠性研究[J]. 武汉冶金大学学报, 1998, 21(1): 60—63.
ZHANG Jia-si. The Reliability Study of General V belt[J]. Journal of Wuhan Metallurgy University, 1998, 21(1): 60—63.
- [6] ZHANG L, ZU J W. Modal Analysis Of Serpentine Belt Drive Systems[J]. Journal of Sound and Vibration, 1999, 222(2): 259—279.
- [7] 刘莹, 温诗铸. 带传动中传动带弹性性质的非线性与分析[J]. 南昌大学学报(工科版), 2002, 24(1): 8—11.
LIU Ying, WEN Shi-zhu. Non-linear Analysis of Elastic Properties for Belt Drives[J]. Journal of Nanchang University(Engineering & Technology), 2002, 24(1): 8—11.

(下转第 80 页)

4 结语

1) 全锥面圆形管翻领成型器肩曲面和背面的曲面都是以 T 为顶点, 绕领口交接曲线扫描而成的锥面, 背面和锥面共用一个 T 点, 且 T 点在 xoz 平面上, 易确定位置, 并利于接下来的加工。

2) 全锥面翻领成型器的各曲线曲面都可以用数学方程式准确地表达出来, 因此可在计算机上画出二维展开图、建立三维模型图, 进而可用数控加工等现代制造方法来制作。

参考文献:

- [1] 许林成. 包装机械原理与设计[M]. 上海: 上海科技出版社, 1988.
XU Lin-cheng. Principle and Design of Packaging Machinery[M]. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press, 1988.
- [2] 周一届, 蔡和平, 储志俊. 矩形管翻领成型器曲面研究[J]. 江南大学学报(自然科学版), 2004, 3(2): 168—172.
ZHOU Yi-jie, CAI He-ping, CHU Zhi-jun. Study on Surface of the Rectangular Shoulder of Packaging Machines[J]. Journal of Jiangnan University(Natural Science Edition), 2004, 3(2): 168—172.
- [3] 周一届, 储志俊, 蔡和平. 翻领成型器曲面研究[J]. 包装工程, 2004, 25(1): 18—26.
ZHOU Yi-jie, CHU Zhi-jun, CAI He-ping. Study on Sur-

face of the Forming Shoulder[J]. Packaging Engineering, 2004, 25(1): 18—26.

- [4] 林益平, 郝喜海. 翻领成型器领口曲线的设计计算[J]. 轻工机械, 2002(2): 10—12.
LIN Yi-ping, HAO Xi-hai. Curve Design and Calculation of the Forming Shoulder[J]. Machinery of Light Industry, 2002(2): 10—12.
- [5] 钱晓鸣, 周一届. 椭圆形管翻领成型器的设计[J]. 江南大学学报, 2007, 6(4): 467—469.
QIAN Xiao-ming, ZHOU Yi-jie. Study on Surface of the Elliptic Shoulder of Packaging Machines[J]. Journal of Jiangnan University, 2007, 6(4): 467—469.
- [6] 钱晓鸣. 翻领成型器研究[D]. 无锡: 江南大学, 2006.
QIAN Xiao-ming. Study of Forming Shoulder[D]. Wuxi: Jiangnan University, 2006.
- [7] 章辉, 周一届. 矩形管双焦点不对称翻领成型器曲面研究[J]. 包装工程, 2007, 28(2): 19—22.
ZHANG Hui, ZHOU Yi-jie. Study on the Curved Surface of the Rectangular Double Focus Dissymmetric Shoulder of Packaging Machines[J]. Packaging Engineer, 2007, 28(2): 19—22.
- [8] 章辉. 翻领成型器力学性能研究[D]. 无锡: 江南大学, 2007.
ZHANG Hui. Study on the Mechanical Properties of Forming Shoulder[D]. Wuxi: Jiangnan University, 2007.
- [9] 苏步青. 微分几何[M]. 北京: 人民教育出版社, 1979.
SU Bu-qing. Differential Geometry[M]. Beijing: People Education Press, 1979.

(上接第 74 页)

- [8] 王涛, 贺炜, 郑晨升, 等. V 带传动带楔入、退出带轮轮槽摩擦损失分析[J]. 设计与研究, 2004(4): 39—41.
WANG Tao, HE Wei, ZHENG Chen-sheng, et al. Analysis of Power Loss of Belt Drivers Brought by Belt Entering and Exiting the Groove[J]. Modern Machinery, 2004(4): 39—41.
- [9] LUDEMA K C. Mechanism-based Modeling of Friction and Wear[J]. Wear, 1996, 200: 1—7.
- [10] 朱琳, 刘义翔. 计算 V 带传动当量摩擦系数影响角的研究[J]. 哈尔滨商业大学学报, 2006, 22(1): 102—104.
ZHU Lin, LIU Yi-xiang. Study On Calculating Influential Angle of Equivalent Friction Coefficient of V-Belt Drive[J]. Journal of Harbin University of Commerce (Natural Sciences Edition), 2006, 22(1): 102—104.
- [11] 朱琳, 郑大字. 计算 V 带当量摩擦系数的探究[J]. 机械设计与研究, 2008, 24(3): 66—68.

ZHU Lin, ZHENG Da-yu. Studies on The Calculation Method for Equivalent Coefficient of V-belt Friction[J]. Machine Design & Research, 2008, 24(3): 66—68.

- [12] 郑大字, 刘义翔, 陈申, 等. 一种计算 V 带当量摩擦系数的新方法[J]. 中国机械工程, 2004, 15(13): 1157—1159.
ZHENG Da-yu, LIU Yi-xiang, CHEN Shen, et al. A New Method for Calculating the Equivalent Friction Coefficient of V-belt Drive[J]. China Mechanical Engineering, 2004, 15(13): 1157—1159.
- [13] 姜久红, 朱若燕, 杨明涛. 多列立式袋成型包装机的自动纠偏控制[J]. 包装工程, 2004, 25(4): 187—188.
JIANG Jiu-hong, ZHU Ruo-yan, YANG Ming-tao. Intelligent Deviation Rectifying Control of the Multi-row Vertical-forming Packaging Machine[J]. Packaging Engineering, 2004, 25(4): 187—188.