

在线检定关键技术及应用

李凌梅 刘红光 李青 胡建华

(天津市计量监督检测科学研究院 天津 300192)

摘要:随着生产技术的飞速发展和市场竞争的日益激烈,为了保证产品的低成本和高质量,在线实时检定技术在生产生活中得到了广泛的应用。简要介绍了离线检定的局限性和在线检定的必要性。介绍了几种用于支持在线检定的技术手段:传感器技术、高速摄像技术、激光多普勒技术以及电荷耦合器(CCD)技术,并用接触式在线检定计米器和非接触式在线检定计米器的应用举例。最后提出了作为检定机构要与时俱进,用在线检定支持新型生产模式的努力方向。

关键词:传感器;高速摄像;多普勒;电荷耦合器;在线计米器

中图分类号: TH711 TN06 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 410.55

Key technology and application of online verification

Li Lingmei Liu Hongguang Li Qing Hu Jianhua

(Tianjin Institute of Metrological Supervision and Testing, Tianjin 300192, China)

Abstract: As the production technology is being improved and the market competition is being upgraded, online verification technology is used widely to ensure the product quality and economic benefits. This paper introduces the limitations of offline verification and the necessity of online verification briefly. Several techniques for supporting online verification are also introduced. They are sensor technology, high-speed photography technology, laser Doppler technology and CCD technology. Contact and non-contact online verification are the application for cable length meter calibration. Then as a new verification and calibration institute, we should strive for focusing online verification to support new production.

Keywords: sensor; high speed photography; Doppler; CCD; online cable length meter

1 引言

当今,生产阶段内一般选择定时离线检测的模式。然而因为这种模式在时效性上表现不足,所以难以达到在线控制的目的。伴随产品的不断创新以及市场竞争条件越来越严峻,为实现其高质高效的目的,工业领域引进了各种先进的技术和控制体系^[1]。不论是在控制措施方面或是控制质量方面,都需要以在线计量作为前提。同时,伴随客户对生产效率以及产品质量的需求的不断提升,企业在生产车间内实施对相关产品或部件的测量和实时监控装备进展情况。之前的操作模式为在生产车间加工之后再相关的产品送往相关计量机构实施测量,这样的模式已经十分落后,难以满足目前现代生产的需要。在线实时检测,可以及时对加工过程中的产品质量做出反馈,同时给这道工序的品质监控以及后续工序参数的变更与调节奠定良好的基础^[2]。

但是在线实时测量,需要克服实际生产车间现场环境对精密测量系统的影响。加工车间不能严格遵守规程规范要求的温湿度标准,而且还会使测量出现偏差,例如振动、噪音、室内洁净度等作用因素皆会影响测量的精度。要适应在生产现场的测量需要,测量系统需要通过编程或传感器补偿由于环境温湿度等条件对测量精度的影响^[3]。

2 在线检测的手段

在线检测技术的兴起,主要是以一些适用的新兴技术作支撑。主要有传感器技术、高速摄像技术、激光技术和电荷耦合器(charge-coupled device, CCD)技术等。

2.1 传感器技术

国标规定:“传感器是可以感受规定的被测量同时根据特定的趋势转变为有效信号的设备或设施,一般包含敏感元件与转换元件两部分。”换句话说,传感器就是将外界的物理的、化学的、生物等的不可直接测量的信号变成可

直接测量的电信号的器件。现代传感器向着微型化、智能化、多功能化、数字化和网络化的方向发展。传感器技术的兴起,不但能够促使传统产业产生巨变,与时俱进,同时还可以构建新型工业,进而推动新世纪经济的发展^[4]。

2.2 高速摄像技术

高速摄像是基于光学原理的测量技术。高速运动目标自身发出的光或是其受到光照射产生反射光,一部分透过高速摄像系统的物镜,经物镜成像后落在成像面上。同时光电器件会对其快速响应,根据目标像光能量的分布,完成光电转换,产生信号。信号再经处理后传输至电脑中,由电脑对图像进行显示或测量,并将结果输出。概括来说,高速摄像系统是由成像技术、信号传导和图像处理等结构构成的系统^[5]。

2.3 激光多普勒干涉技术

这项技术主要依据激光多普勒干涉原理,做到非接触式的长度测量。激光源发射两束激光在被测物表面交汇所产生的干涉条纹斑交汇处所产生的一个精确定位的干涉条纹照射,明暗交替的光干涉条纹对物体散射光实施调制,它的频率大小会随着物体速度大小做出相应的改变,此散射光通过一光电二极管光检测器检测出,须经数字化分析的电信号才能明确其频率,即物体移动的速度,继而将时间与速度相积分,即可获得测量目标的长度。当测量目标移动时,光检测设备收到信号,可以获得测量目标的速度,同时获得测量目标的实际长度。

2.4 CCD技术

CCD技术的原理是通过光学元件实施非接触感知,自动生成并获得图像,实现获得有效信息或是掌控机器或过程的目的。最具代表性的机器视觉体系由光源、CCD、图像采集卡、图像处理软件以及输入输出单元组成^[6]。具体过程是第一步选择CCD照相机把获取的信号转变为图像信号,再经过图像处理体系,按照亮度、颜色等信息将信号转换为数字化信号之后运算提取目标特征。这项技术的优势为成本低、精度高、实时性、灵活性和非接触等。它可以避免传统检测方式中各种不良因素产生的影响。尤其是在自动化制造领域内,通过机器视觉对产品的各类参数,如长度测量、角度测量等,进行测量大大提高了工作效率与工作质量。

3 计米器在线校准实例

3.1 基于传感器技术的接触式在线测量

计米器的接触式在线测量(图1)的标准器可以采用智能测长仪。主要是采用传感器间接触式测量原理:在计数轮的同轴处,装有等分遮光盘和光电传感器,与线缆同步运动,被测线缆与计数轮为点接触,这样每一个脉冲与一定长度的线缆相对应。即线缆长度=脉冲数×脉冲当量(以下称系数);系数= $\pi \times d/n$,其中 d 为计数轮的圆周直径, n 为遮光盘等分数。

这种方法能够有效引入测量轮的打滑、磨损、计数器



图1 计米器接触式在线校准

的计数不准确以及线缆速度和线缆直径等各种因素相互作用的结果。从而实现生产线模拟仿真的效果,并且成本较低,使用方便^[7]。但局限是这种方式对电线电缆的线缆速度、线缆直径和线缆材料、生产线的高度等因素有一定的要求。

3.2 基于激光多普勒原理的非接触在线测量

在计米器在线检定中,可以采用集成式的标准激光计米器(图2)。被测物体的速度为:

$$v = \frac{d}{t} = \frac{\lambda}{2\sin k} \times f \quad (1)$$

式中: d 为明暗条纹的间距, $d = \frac{\lambda}{2\sin k}$; λ 为激光波长; k 为入射角; f 为激光干涉条纹变化对应的电信号频率,即多普勒频率(被测物体每移动一个条纹间距的距离,对应输出电信号的时间 $t, t = \frac{1}{f}$)。被测物体的长度通过对速度从 $0 \sim T$ 时间段求积分 $L = \int_0^T v dt$ 得到。

将激光计米器架设在线缆上方,激光计米器的测量头必须与被测线缆垂直,线缆的表面必须控制在测量景深内,激光束聚焦在离直径中心区域内。架设好后,将激光计米器与被测计米器同时清零,将线缆运动一段距离后,分别能测得激光计米器与被测计米器的示值。

3.3 计米器示值误差

在计米器接触式在线检定中,标准计米器是利用传感器技术的智能测长仪^[8];在计米器非接触式在线检定中,标准计米器是利用多普勒原理的激光计米器。

按下式计算被测计米器的示值误差:

$$\delta = (L - L_0)/L_0 \times 100\% \quad (2)$$

式中: L 为被测计米器的示值, L_0 为标准计米器的示值。



图2 计米器非接触式在线校准

4 结论

在线计量检测技术可以有效控制检验所需要的资本,在保质保量的情况下,增加生产效率。作为高精度,非接触的计量新技术,涉及到多个学科的知识和技术,是一项综合性技术成果。在线检测技术与运动控制、网络通讯等先进技术的融合对工业实现自动化生产发挥着推动作用^[9]。伴随在线检测技术的不断完善,其实用性和适用性也会越来越强,必然会受到社会中制造领域的青睐。作为新一代计量机构,我们要与时俱进,努力实现以在线计量检测技术来适应和支持新的生产方式^[10]。

参考文献

[1] 全国几何量长度计量技术委员会. JJG987-2004《线缆计米器检定规程》[S]. 北京:中国计量出版社,2004.

[2] 张孝军. 线缆计米器在线校准方法研究[J]. 中国测试技术,2003(1):24-25.

[3] 安徽双科测控技术有限责任公司. DZY-S,J 系列智能测长仪使用说明书[M]. 安徽:双科测控技术有限责任公司,2004.

[4] 刘亚俊. 浅谈激光计米器[J]. 中国计量,2013(3):71-72.

[5] 沈松,刘通,应怀樵. 现代智慧测量仪器的软件体系研究[J]. 国外电子测量技术,2016,35(12):1-6.

[6] 蒋涛,于平,刘宇,等. 区域自动气象站蓄电池在线监测系统研究[J]. 国外电子测量技术,2016,35(2):85-89.

[7] 刘国华,张玉钧,鲁一冰,等. 机动车尾气在线测量取样气路设计[J]. 电子测量技术,2017,40(2):131-137.

[8] 田昌,胡边,黄育明,等. 角散射法运行中油品颗粒度在线测量装置研究[J]. 电子测量技术,2016,39(12):189-192.

[9] 赵其杰,孟庆翔,张曦,等. 基于基准面提取的物料体积在线测量方法[J]. 仪器仪表学报,2015,36(12):2731-2737.

[10] 鲁强,周新. 基于在线检测动态一维下料问题的 GPU 并行蚁群算法[J]. 仪器仪表学报,2015,36(8):1774-1782.

作者简介

李凌梅,1982 年出生,工学硕士,主要研究方向为测试计量技术及仪器,长度几何量计量与检定。

Email:tjllm333@126.com

刘红光,1986 年出生,工程师,研究方向为长度几何量计量与检定。

李青,1990 年出生,硕士,研究方向为长度几何量计量与检定。

胡建华,1964 年出生,高级工程师,研究方向为长度几何量计量与检定。