

光电二维自动检测系统的研究

宋 路 张从周 李成志

(长春光学精密机械学院电子工程系 长春 130022)

摘要 主要讨论用于回转体零件直径、长度和形状测量的光电二维自动检测系统的工作原理。系统通讯结构和有关精度分析。

关键词 光电检测 激光 光栅

1 引 言

在机械制造业中有较多的回转体零件。在其加工过程中,一般要检测径向尺寸(直径)和轴向尺寸(长度)。当回转体不是圆柱体时,要检测其形状,在某些特殊情况下还要检测其误差。本系统检测零件采用激光扫描方法实现径向尺寸检测,采用光栅位移检测系统实现轴向尺寸检测。在检测过程中闭环伺服控制系统按轴线方向以一定步距行进,由激光扫描测径系统相继测出各个截面的直径,再由光栅检测系统测出轴向长度,这就构成了二维坐标。由众多的二维坐标连成的曲线绕轴线旋转即可检测回转体的形状。实践证明:该系统由于采用智能元件,可以使系统检测精度大大提高,可广泛地应用于现代化生产中。

2 系统总体布局及工作原理

光电二维自动检测系统主要由激光扫描检测系统,光栅位移检测闭环控制系统,机械传动精密工作台与计算机控制系统组成。系统的总体结构布局如图1所示。

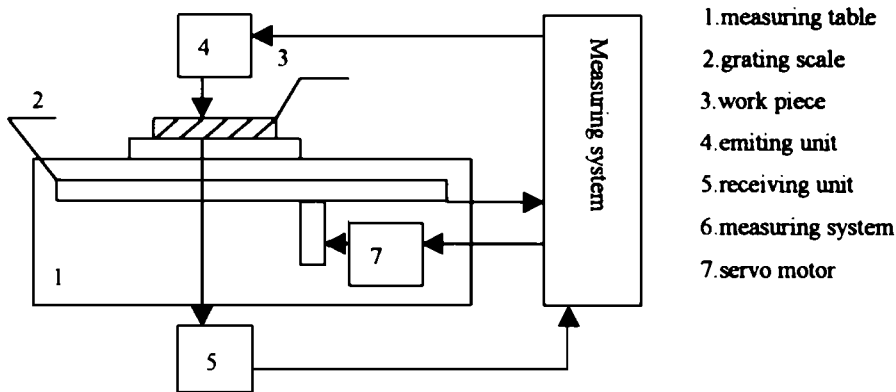


Fig. 1 General system block diagram

2.1 直径测量激光扫描检测子系统

用于直径测量的激光扫描检测子系统采用平行光扫描法,用半导体激光器作光源,硅光电二极管作为接收器件,具有精度高,测量速度快,体积小等优点。图2为激光扫描检测系统框图。

激光通过旋转反射镜使激光束照射到入射光学系统上,形成与光轴平行的扫描光束。被测工件置与扫描光路之中。若电极以恒速旋转则激光扫过被测工件的时间与被测工件的直径成正比。公式1为该系系统测量时被测直径与诸参数之间的关系等式。

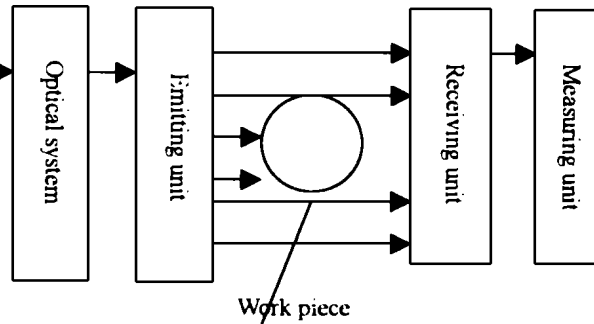


Fig. 2 Laser scanning system block diagram

$$D = Vt \quad (1)$$

其中 D 为被测直径, V 为扫描速度, t 为扫描时间。因此对于此系统来说应该保证两点要求: (1) 扫描速度均匀等速; (2) 扫描光束应与光轴保持平行。

激光扫描检测系统是一个高速扫描系统,对光电变换电路提出了严格的要求。光电变换电子学系统的主要任务是将携带有被测信号的一系列光强调制信号实时地转换为电信号。它由光电变换,放大,采样,补偿,特征检出及信号处理等电路组成。该部分电路对保证激光扫描系统的精度起着重要的作用。为了稳定可靠地接受被测工件的尺寸信息采用硅光电二极管作为接收元件,经放大,特征检出送扫描微控制器进行信号处理后送主控计算机。为了进一步提高系统的稳定性,在信号处理后送主控计算机。为了进一步提高系统的稳定性,在信号处理部分采用了浮动阈值处理。由于在检测过程中光源强度的变化将影响信号的输出幅值。当然对光源采用稳光,稳流措施是可行的,而采用浮动阈值处理可以具有良好的效果。它可以有效地消除光源发光强度不稳对二值化处理带来的误差,从而使系统的测量精度和稳定性得到进一步的

提高。

扫描微控制器由面向对象的微控制器承担,在信号处理的过程中,为提高精度和稳定性,对检测信号进行多次平均和数字滤波后,将代表工件尺寸信息的处理结果送中心主控计算机。这种宿主式结构有效地提高了整机的处理速度。

2.2 光栅位移伺服控制子系统

为能实现工件尺寸的轴向尺寸测量,由位置检测元件和伺服驱动元件构成了闭环伺服控制系统。该子系统由三部分组成:

(1) 由标尺光栅,指示光栅,光栅读数头以及微控制器为核心的莫尔条纹信号处理单元等单元构成的光栅位移检测系统。

(2) 以步进电机作为执行单元,以微型控制器为控制中枢的伺服控制系统。

(3) 机械传动精密位移工作台。

在该子系统中步进电机的传动函数可以近似地表示为:

$$G_1(S) = 1/S(\tau S + 1) \quad (2)$$

这是一个惯性环节,机械传动系统的传动函数为:

$$G_2(S) = I/(\tau S^2 + CS + K) \quad (3)$$

已知 $I = (Z_1/Z_2)(P/2\pi)$ 并设 $\omega^2 = K/J, \xi = C/(2\sqrt{JK})$ 则有

$$G_2(S) = (Z_1/Z_2)(P/2\pi)\omega^2/(S^2 + 2\xi\omega S + \omega^2) \quad (4)$$

式中:

$$J = J_1 + (Z_1/Z_2)2(J_2J_3) + M[(Z_1/Z_2)(P/2\pi)]^2 \quad (5)$$

C 为速度阻尼系数, K 为刚度系数, P 为滚珠丝杠螺距, J_1 为机械转子与齿轮之间的转动惯量, J_2, J_3 分别为齿轮与滚珠丝杠间的转动惯量, M 为工作滑台的质量, Z_1, Z_2 分别为齿轮 1, 2 的齿数, ω 是系统的自然频率。可见机械传动系统是一个二阶振动环节。为满足系统的动态特性,在控制系统中采用了加速特性和减速特性的优化设计,在智能化控制软件的控制下使系统达到 0.001mm 的定位精度。

2.3 中心计算机系统

为实现二维尺寸动态检测,将工件的轴向和径向两个尺寸有机地联系起来,设

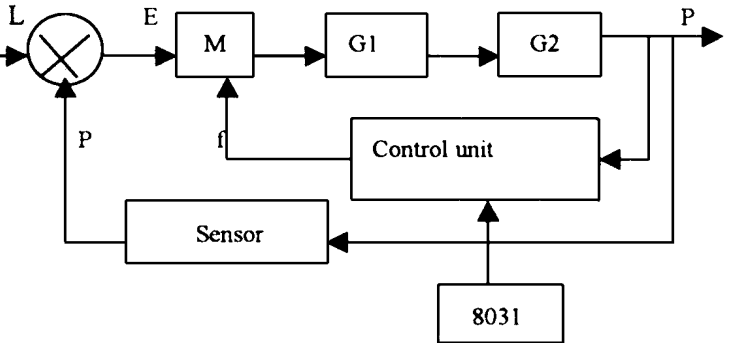


Fig.3 Grating scale system block diagram

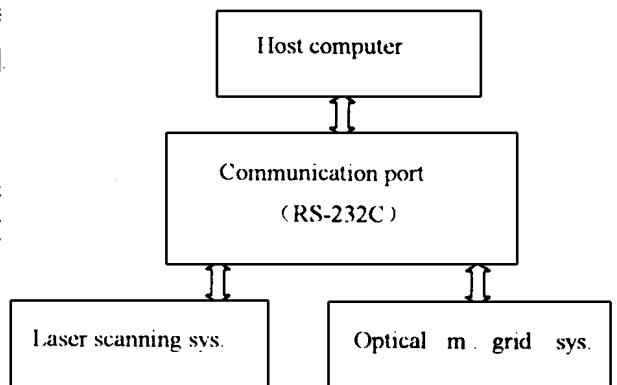


Fig.4 Communication structure

计了中心计算机(上位机)控制系统,使激光扫描子系统和光栅位移控制子系统连成一体形成一多机控制系统。图4是该多机系统的信息通讯接口结构框图。系统之间采用了串行通讯优化了系统设计。接口通讯程序和系统管理软件由C语言实现。实践证明:这种采用串行通讯结构的多机系统结构简单,具有较强的抗干扰能力。

3 实验结果与检测精度

实验中选用标准样品实测取得了令人满意的结果。检测方法如下:

(1) 径向尺寸的测量:将工件置于工作台上,使激光扫描检测系统对准X向中截面后完成测量;(2) 锥体角度测量:将激光扫描系统对准锥体大小两端截面,测出两截面直径 D_1 和 D_2 并通过光栅位移检测系统测出两截面间轴向尺寸L,通过计算得锥体角度半角 α 。计算公式如下:

$$\alpha = \arctg[(d_2 - d_1)/(2L)] \quad (6)$$

(3) 环形槽齿距测量:通过移动工作台将激光扫描检测系统对准第一环形槽锥体中截面后轴向定位系统定零位,接图纸给定环距标准尺寸置入电机行进步距,程控工作台按置入的环距标准值逐环测量。由测得的相应截面径向值计算可求出环距误差。计算公式:

$$\Delta L[(D_{i-1} - D_i)/2] / \text{tg} \beta \quad (7)$$

β 为图纸给定环形槽锥面角度。表1为实测数据。

Table 1 Measuring data

work piece	measuring item	nominal size	measuring size
No. 1	D	$\phi 18 - 0.13$	17.961; 17.962; 17.962
No. 2	D	$\phi 24 - 0.21$	23.958; 23.958; 23.959
No. 3	D	$\phi 27 - 0.084$	26.925; 26.925; 26.925
No. 4	α	23 ∇ 20	23 $\theta 5$; 23 $\theta 6$; 23 $\theta 5$
No. 5	α	15 ∇ 10	15 $\theta 4$; 15 $\theta 5$; 15 $\theta 6$

在实际检测系统有如下指标:(1) 径向尺寸测量:分辨率0.001mm;重复精度 $\pm 0.001\text{mm}$;测量范围0.3-50mm。(2) 锥体角度测量:分辨率1;重复精度 ± 2 ;测量范围0-90°。(3) 环形槽齿距测量:分辨率0.001mm;重复精度 $\pm 0.003\text{mm}$;测量范围<50齿。

4 结 论

光电二维自动检测系统由于采用了近代光学,精密机械,微电子技术及计算机等多学科技术实现了对机械零件的在线高精度,高速度,非接触检测,同时可对现代化生产线实现实时控制和质量管。该检测系统已成功地应用于军工生产线上并具有满意的检测精度。显见非接触式在线检测对降低生产成本,提高产品质量和经济效益具有广阔的应用前景。

参 考 文 献

- 1 张福学. 传感器应用及其电路精选. 北京: 电子工业出版社, 1992
- 2 潘新民. 微型计算机控制技术. 北京: 人民邮电出版社, 1989

Study on Two-dimension Photo-electric Measuring System

SONG Lu, ZHANG Cong-Zhou, LI Cheng-Zhi

(Dept. of Electronics and Engineering,

Changchun Institute of Optics and Fine Mechanics, Changchun 130022)

Abstract

The paper studies the design principle, the communication structure and the precision of a two-dimension photoelectric measuring system.

Key words: Photoelectric measurement, Laser, Grating

宋路女, 1952年10月生。1979年毕业于大连工学院无线电系。毕业后一直从事光电技术与计算机方面的科研与教学工作。现于长春光学精密机械学院电子工程系通讯技术教研室任教。