

时栅位移传感器中的旋转磁场

□张兴红 陈渝光 彭东林 刘小康

摘要 介绍时空转换理论和时栅位移传感器的原理。当结构不同的定子电枢绕组中通以对称交流电时,它们可以在定子和转子的气隙中建立特性有差异的旋转磁场。把这些旋转磁场作为动坐标系所构成的时栅位移传感器,其精度和分辨率会有所不同。为了提高时栅位移传感器的性能,对不同定子绕组建立的旋转磁场进行比较。

关键词: 时空坐标转换 传感器 位移测量

中图分类号: TP21 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671—3133(2002)09—0062—03

一、时空转换理论

文献[1]中的时空转换(TST)理论可以概括为:为了实现用时间测量质点 P 的空间位移,采用两套坐标系,一套是静坐标系,另一套是动坐标系。动坐标系和静坐标系的相对速度 V 是常数。其中一套坐标系带有固定的时间考查点。当质点 P 在一套坐标系中运动时,在另一套坐标系中测量其位移,该位移可由式(1)计算。

$$x = V(T_i - T_j) \dots\dots\dots (1)$$

其中, T_i 是质点 P 到达时间考查点时的时间, T_j 是另一坐标系中的参考点到达时间考查点时的时间。

时空转换理论的要点如下所述。

1. 质点 P 的空间位移的测量可以通过时间差的测量来实现,与质点的运动速度和运动状态无关。不管质点 P 的运动速度是匀速还是变速的;也不管质点 P 运动状态是间歇运动、往复运动还是连续运动。

2. TST 理论不仅适用于直线位移的测量,也使用于角度位移的测量。

3. 因为两套坐标系的运动是相对的,可以认为其

中任意一套坐标系在运动,而另外一套坐标系相对静止。重要的是其中的一套坐标系要以恒定的速度运动,这是 TST 理论的关键。

4. 时间考查点可以由周期固定的电信号或光信号组成。

5. T_i 和 T_j 可以是指时间周期,也可以是瞬时时刻,后者具有更一般的含义。

在 TST 理论中,以恒速运动的坐标系的建立十分重要。许多物理现象只要在空间上均分,以恒速运动,就可以作为这样的坐标系。于是,各种具有“行波”性质的波动就可供以选择。这些波上每个部分以相同的频率按相位上下运动,幅值在各个时刻是不同的。这些波在相同的时间里传播相同的距离,其数学表达式为:

$$y = A \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} + \frac{x}{W} \right) \dots\dots\dots (2)$$

其中 T 为时间周期, W 为波长。波的行进速度可根据式(3)计算。

$$V = \frac{W}{T} \dots\dots\dots (3)$$

图 书 邮 购

铸造手册(第2版)(第3卷)	71.30
实用塑料注射模设计与制造	36.80
实用建筑五金手册	121.90
冷冲压技术问答(第2版)下册	31.10
钳工装配问答	10.40
电焊机维修简明问答	18.40
简明检验工手册(第二版)	38.00
塑料成型机械使用维修手册	46.00
无损检测手册	101.20
溴化锂吸收式制冷空调技术实用手册	69.00
磨工操作技能手册	19.60
Pro/ENGINEER2000i 入门教程	78.20

涂装技术实用手册	69.00
焊手册(第1卷)焊接方法及设备	89.70
塑料模具的设计与制造问答	19.60
AUTO CAD 工程绘图及开发基础	38.00
钳工钻孔问答	10.40
Pro/NC 三轴铣床加工秘籍	42.60
初级制冷设备维修工	21.90
风机手册	112.70
热处理手册(第3版)(第4卷)热处理	79.40
实用车工手册	40.30
英汉机电工程词典(第2版)	209.30
简明机械零件设计手册	94.30
振动机械的理论及动态设计方法	44.90
焊接技术问答	32.20
溴化锂吸收式制冷技术及应用	39.10
实用工程材料技术手册	143.80

请购书者将书款(已含邮费)由邮局汇至:北京市右安门内大街10号(邮编100054),《现代制造工程》杂志社发行组收。

电话/传真:(010)83167135 务请写清所购书名、册数及购书者姓名、详细地址、邮编。 北京机工艺技术服务部代理

T 和 W 都是常数,因此速度是常数。另外,行波的波形固定;相邻两个波峰之间的距离是均匀的,也就是说,行波在空间上的分布是均匀的。这些都正好满足 TST 理论中对动坐标系的要求。

二、时栅位移传感器的原理

通电的三相异步电机中定子和转子之间的气隙中将形成一个旋转磁场,该旋转磁场在转子导体中感应出电压和电流信号,转子以略低于旋转磁场转速的速度旋转^[2]。如果转子绕组是断开的,则在绕组两端有一电压信号。如果用一段导线代替转子绕组,导体两端的信号弱得多,但还可以检测到。因此,如图 1 所示,根据三相异步电机的原理,可以构造基于时空坐标转换理论的传感器来测量角位移。旋转磁场可以看成是行波,它的转速称为同步转速,其值可由式(4)计算。

$$V = \frac{60f}{K} \dots\dots\dots (4)$$

其中 K 为交流绕组极对数, f 为电源频率。

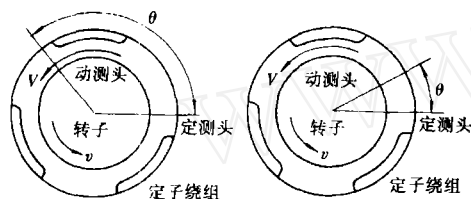


图 1 时栅位移传感器示意

对于特定的交流绕组只要能保证电源频率的稳定,旋转磁场的转速就是恒定的,这样该行波磁场就可以作为运动坐标系,动坐标系的节距为 360° 。在紧靠定子线圈处理一根导线作为定测头,在紧靠转子绕组处理一根导线作为动测头。这两根导线尽可能的垂直于旋转磁场的旋转方向,尽可能的平行于定子和转子电枢绕组的导体。如果交流电源的电压足够低,尽管在气隙中还存在旋转磁场,它已经不足以驱动转子旋转。在这种条件下,使转子随一个机械转台转动。这样,动测头就随转子转动,动测头和定测头之间产生相对角位移。该角位移对应于机械转台的角位移。

不能驱动转子的旋转磁场,在动、定测头上分别感应出电势信号,这两路信号的频率是一样的,而相位不同。定测头信号的初相位是固定的,动测头信号的初相位随动测头所处位置的不同而不同。这两路信号的相位差唯一反映了两测头所处的空间位置差。

高性能比相电路对动、定测头的信号进行处理,两路信号的相位差经测量转换成时间差。如图 2 所示,用高频时钟脉冲对该时间差进行分度。高频时钟脉冲的频率大约在 10MHz 以上。每个时钟脉冲对应一定

的角位移,对脉冲进行计数就可实现位移测量,可根据式(5)计算出角位移值。

$$\theta = V(T_i - T_j) = \frac{W}{T}(T_i - T_j) = \frac{360}{T}(T_i - T_j) \dots\dots\dots (5)$$

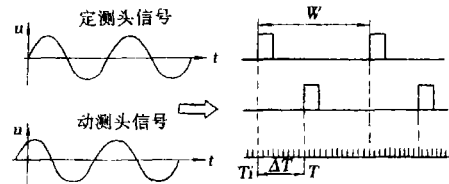


图 2 时钟脉冲细分

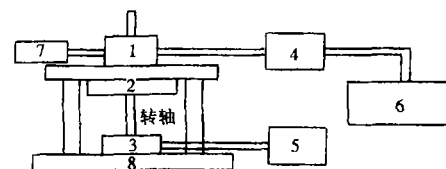
因由时钟脉冲分度决定了上述位移传感器的精度和分辨率,这种基于时空坐标转换理论的传感器被命名为时栅位移传感器。

尽管时栅位移传感器的结构和异步电机相似,但它们的工作原理却有明显的区别:(1)两者都有定子电枢绕组,异步电机中的转子绕组被时栅位移传感器中的一段导体所代替。(2)在时栅位移传感器中,转子不是由旋转磁场驱动的,而是随机械转台转动。(3)在时栅位移传感器中,旋转磁场的作用不是驱动转子,而是将空间位移转换成时间差。

从时栅位移传感器的工作原理很容易得知定子绕组是时栅位移传感器中最关键的组成部分。它应满足以下要求:(1)绕组应该对称。例如,三相绕组有相同的阻抗,相同的线圈数和线圈分布。(2)从定子绕组感应出的旋转磁场的波形应尽可能接近正弦波。

三、旋转磁场比较研究系统

图 3 中,基于时空坐标转换理论的时栅位移传感器 1,有一个定测头、一个动测头和定子绕组。在不同实验中,定子绕组可更换。高性能可调稳频电源 7,可提供频率稳定的三相或两相交流电。当工作转台 2 旋转时,它的机械角位移同时传递给高性能位移检测系统和动测头。在每一次实验时高性能可调稳频电源 7 给绕组供电后,就在气隙中建立旋转磁场。当旋转磁场掠过传感器中的动、定测头时感应出相位不同的信号,经信号处理电路处理后,将信号的相位差转换成时间差,时间差经一系列的数学运算后转换成角度值。



1.时栅位移传感器 2.工作转台 3.高性能位移测试系统 4.信号处理电路 5.数显装置 6.PC机 7.高性能可调稳频电源 8.平板

图 3 旋转磁场比较研究原理

在 PC 机中,该角度值和有精密角位移测试系统

三坐标划线仪的回程误差分析与改进

□谢 驰 □刘 念

摘要 基于汽车转向轮的力学原理,着重以力学分析方法分析三坐标划线仪的机械结构产生回程误差的原因,并提出了改进仪器运动部件的新结构,从而提高三坐标划线仪整体的精度。

关键词:三坐标划线仪 误差分析 精度

中图分类号: TG81 文献标识码: B 文章编号: 1671—3133(2002)09—0064—02

Improving and analysis of the accuracy for three-coordinate plotting measures

□Xie Chi □Liu Nian

Abstract The problem about improving the accuracy of three-coordinate plotting measures has been studied. The error source in the machine construction is analyzed mainly by the mechanics. The new construction of moving parts in the instrument has been designed, and the accuracy of three-coordinate plotting measures could be improved.

Key words: Three-coordinate plotting measure Error analysis Accuracy

一、前言

三坐标划线仪,能够解决大型复杂的机械加工零件、汽车、大型发电机定、转子和水轮机叶片在加工中的划线和测量难题。其坐标精度是该仪器的主要指标。而仪器运动过程中的回程误差是影响仪器精度的主要原因,为进一步提高该仪器的精度,使仪器的性能更加稳定、可靠并解决大型工件的在线测试问题,本文基于汽车转向轮的力学原理,提出了改进仪器运动部件的新结构,从而提高了三坐标划线仪整体的精度。并在实际应用中检验和证明了这种分析方法与新结构是正确的。

二、回程误差分析

三坐标划线仪的三个方向(X、Y和Z)的运动要严格按直线运动,在运动过程中不能出现旋转和偏摆,即运动轨迹不能是曲线。以仪器的头架体的上、下运动(实现Z方向的测量)来分析和研究仪器的运动部件。

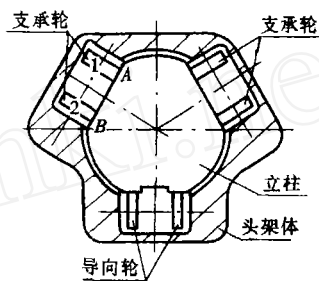


图1 头架体结构示意图

头架体沿立体三个互成60°的工作面作上、下运动。在运动过程中,头架体的偏摆和旋转在不考虑轴承径向跳动误差的情况下,取决于各支承轮轴线之间的关系及运动间隙。头架体的内部结构如图1所示。

根据汽车转向轮的力学原理,在汽车直线行驶时,牵引力与运动方向平行。若汽车转向轮偶然受到外力作用而稍有偏转时,则汽车的行驶方向便会发生偏离,即前轮的轴线与后轮轴线不平行,与牵引力的方向不垂直。

但是,由于汽车车身的离心力P通过车轮对路面的作用,车轮与路面接触点B处(见图2),就引起路面对车轮一个反作用力F,在各车轮上分别是F₁、F₂、F₃、F₄,它们的合力与离心力方向相反,因为反作用力不通过主销轴线,形成了使车轮绕主销轴线旋转的力

所测得的角度值进行比较。专门的软件可以画出比较曲线,根据这些曲线,可对由不同绕组所建立的旋转磁场的特性进行比较。

四、结论

1. 由多对极绕组构成的时栅位移传感器性能优于单对极绕组构成的时栅位移传感器。
2. 由正弦绕组构成的时栅位移传感器性能优于一般绕组构成的时栅位移传感器。

3. 对时栅位移传感器中的磁场进行比较研究,有利于提高传感器的精度、分辨率和稳定性,这将大力推动传感器的产业化进程。

参 考 文 献

- 1 彭东林等.时空坐标转换理论与时栅位移传感器研究.仪器仪表学报,2000,21(2)
- 2 许实章.电机学(下册).北京:机械工业出版社,1982

作者通讯地址:重庆工学院电子工程系(重庆 400044)

收稿日期:20020705