



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810051551.5

[43] 公开日 2009年5月6日

[11] 公开号 CN 101424543A

[22] 申请日 2008.12.9
[21] 申请号 200810051551.5
[71] 申请人 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所
地址 130033 吉林省长春市东南湖大路16号
[72] 发明人 王德江

[74] 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务所
代理人 王立伟

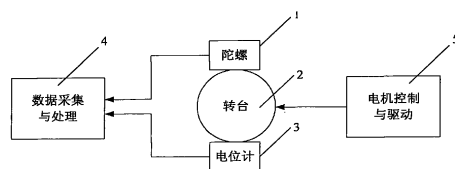
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

[54] 发明名称

一种陀螺相位响应的测量装置及方法

[57] 摘要

本发明属于传感器技术指标测量领域，提出了一种陀螺相位响应的测量装置及方法。该装置包括待测陀螺，转台，电位计，数据采集与处理系统，电机驱动系统，各主要部件连接关系及技术要求如下：陀螺敏感角速度的方向应与转台转轴方向平行；转台的转矩要求平衡，转台转动时要保证电位计的值在0V~15V之间线性变化；数据采集系统与处理系统采用数字信号处理器进行实时采集陀螺与电位计的值，对采集到的电位计值求导；通过比较待测陀螺的波形与电位计导数波形时间上的差异，求出待测陀螺在f频率处的相位延迟；本发明在工程实际中实现起来非常简单，能够有效的给出待测陀螺的相位信息，从而提高控制系统的控制精度和稳定性。而且成本低廉，便于推广。



1、一种陀螺相位响应的测量装置，其特征在于：该装置包括待测陀螺（1）、转台（2）、电位计（3）、数据采集与处理系统（4）、电机驱动系统（5）；

各主要部件连接关系如下：陀螺（1）连接转台（2），为避免非正交性引起的误差，陀螺（1）敏感角速度的方向与转台(2)转轴方向平行，转台(2)转动时要保证电位计（3）的值在 0V~15V 之间线形变化；数据采集系统与处理系统（4）采用数字信号处理器进行实时采集陀螺与电位计的值，对采集到的电位计值求导；电机驱动系统（5）产生转台正弦摆动的驱动信号，经功率放大后输入到转台电机，驱动转台(2)做正弦摆动。

2、一种陀螺相位响应的测量方法，其特征在于利用上述陀螺相位响应测量装置的测量方法包括如下步骤：

（1）选择测试的频率 f ，利用数字信号处理器，产生该频率的正弦脉冲调制信号，通过功率驱动级输入到转台；

（2）实时采集电位计与陀螺的信息，采集频率为 500Hz~3KHz，采集时间 5 秒~10 秒；

（3）对采集到的电位计值求导数；

（4）通过比较待测陀螺的波形与电位计导数波形时间上的差异，求出待测陀螺在 f 频率处的相位延迟；

（5）重复上述步骤，完成控制系统频带内的陀螺延迟信息测量

（6）根据以上的实验数据，拟合出陀螺的相位响应。

一种陀螺相位响应的测量装置及方法

技术领域：

本发明属于传感器技术指标测量领域，提出了一种陀螺相位响应的测量装置及方法。

背景技术：

陀螺是惯性控制系统中的关键元件，广泛应用于武器制导，航空、航天设备姿态控制等军事民用领域，其精度对以上设备的性能有非常重要的影响。

陀螺的主要技术指标包括：量程、比例因子、温度漂移、时间漂移、线形度误差、分辨率等，对这些技术指标，每个陀螺的数据手册均有详细的说明，很多科技文章也给出了各自的测试方法。但在具体应用中，陀螺是作为速度测量元件存在于设备控制系统中，而相位延迟对控制系统的稳定性具有至关重要的影响，但多数陀螺数据手册对相位延迟这一指标没有具体描述，导致控制系统设计时无法对陀螺引起的相位延迟进行准确的数学建模，从而给控制系统的稳定性设计带来较大的困难。例如一般控制系统速度环剪切频率处的相位裕度小于90度，如果陀螺在该频点处的相位延迟为90度，无论怎样修改控制系统的校正参数，系统均不会稳定。

随着对制导精度，平台稳定精度的要求越来越高，迫切需要一种

既有一定精度又简便易行的陀螺相位响应测试方法。

发明内容：

为了增强控制系统的稳定性设计，提高总体设备的控制精度，本发明提出了一种陀螺相位响应的测量装置及方法，使用本方法可以获得陀螺在控制系统带宽内的相位信息。

一般位置系统的测量元件为电位计，电位计为阻性器件，其电感、电容值非常小，因此电位计的输出对输入的相位延迟可以忽略不计。例如一个转台作频率为 f 的正弦摆动，电位计的输出值与转台所处的位置一一对应，二者在时间上可以认为是同步的。设转台的角度为 φ ，单位为弧度；电位计输出电压为 v ，单位为伏特。二者关系如式 1 所示，其中 k_1 为修正系数，单位为弧度/伏特。

$$\varphi = k_1 \cdot v \quad (1)$$

对转台的角度在时间上求导数，则可以得到转台的角速度，如式 2 所示：

$$\omega = d\varphi / dt \quad (2)$$

虽然电位计的精度较差，一般仅为 0.1%，考虑到噪声以及装配的原因，对其求导得到的平台角速度值误差要大于 0.1%，但该角速度与转台真实角速度在相位上可以认为是无延迟的，且该角速度与陀螺的响应在波形的形状上是相似的，仅相差一个比例系数，二者的相位延迟即是待测陀螺在频率 f 处的相位响应信息。

陀螺在控制系统带宽内各频点处的相位延迟是不同的，在测量陀螺相位响应时，对控制系统带宽内每个点均应测量，然后对所得结果

进行拟和，即可得到待测陀螺在系统带宽内的相位响应。

该陀螺相位响应的测量装置包括待测陀螺，转台，电位计，数据采集与处理系统，电机驱动系统，各主要部件连接关系及装配技术要求如下：

为避免非正交性引起的误差，陀螺敏感角速度的方向应与转台转轴方向平行；为保证系统能够做规则的正弦摆动，转台的转矩要求平衡，且电机的驱动力矩要大，转台转动时要保证电位计的值在0V~15V之间线形变化；数据采集系统与处理系统采用数字信号处理器进行实时采集陀螺与电位计的值，对采集到的电位计值求导；电机控制与驱动系统产生转台正弦摆动的驱动信号，经功率放大后输入到转台电机，驱动转台做正弦摆动。

陀螺相位响应的测量方法包括如下步骤：

- (1) 选择测试的频率 f ，利用数字信号处理器产生该频率的正弦脉冲调制信号，通过功率驱动级输入到转台；
- (2) 实时采集电位计与陀螺的信息；
- (3) 对采集到的电位计值求导数；
- (4) 通过比较待测陀螺的波形与电位计导数波形时间上的差异，求出待测陀螺在 f 频率处的相位延迟；
- (5) 重复上述步骤，完成控制系统频带内的陀螺延迟信息的测量；
- (6) 根据以上的实验数据，拟合出陀螺的相位响应。

电位计对位置响应相位延迟非常小，在时间上对其求导数即可得到角速度信息，以该角速度为基准，将待测陀螺的响应与该值进行比较，即可得到待测陀螺的相位延迟信息。本发明在工程实际中实现起来非常简单，能够有效的给出待测陀螺的相位信息，从而提高控制系统的控制精度和稳定性。而且成本低廉，便于推广。

附图说明：

图 1 是本发明一种陀螺相位响应的测量方法的实施例框图。

具体实施方式：

如图 1 所示，本发明主要由待测陀螺 1，转台 2，电位计 3，数据采集与处理系统 4，电机驱动系统 5 组成；

各主要部件连接关系及装配要求如下：待测陀螺 1 连接转台 2，为避免非正交性引起的误差，陀螺 1 敏感角速度的方向应与转台 2 转轴方向平行；转台 2 的转矩要求平衡，保证系统能够做规则的正弦摆动；且电机的驱动力矩要大，具体数值以确保转台能够在测量频率范围内进行正弦摆动为设计目标，例如要测量陀螺在 20Hz 处的相位响应，则转台必须能够在此频率下进行正弦运动，否则是不能够进行测量的；电位计 3 在装配的过程中要保证转台工作时电位计处在线性范围内，例如电位计两端输入电压分别为 0V，15V，转台转动时要保证电位计的值在 0V~15V 之间线形变化，避免 0V 与 15V 和 15V 与 0V 之间的跳变；数据采集系统与处理系统 4 用来实时采集陀螺与电位计的值，采用 TMS320F2812 为处理器，采集频率为 1KHz，对采集到的电位计值求导，设电位计值为 $X(n)$ ，则导数为 $X(n)-X(n-1)$ ；

电机控制与驱动系统 5 负责产生转台正弦摆动的驱动信号，由于控制系统的闭环带宽受限，可以使用 TMS320F2812 芯片产生一个正弦的脉宽调制信号，经功率放大后输入到转台电机，驱动转台做正弦摆动。

利用以上描述的部件与结构，陀螺相位响应的测量步骤为：

- (1) 选择测试的频率 f ，利用数字信号处理器(TMS320F2812)产生该频率的正弦脉冲调制信号，通过功率驱动级输入到转台；
- (2) 实时采集电位计与陀螺的信息，采集频率为 500Hz~3KHz, 本实施例为 1KHz，采集时间 5 秒~10 秒，本实施例采集时间为 5 秒；
- (3) 对采集到的电位计值求导数；
- (4) 通过比较待测陀螺的波形与电位计导数波形时间上的差异，求出待测陀螺在 f 频率处的相位延迟；
- (5) 重复上述步骤，完成控制系统频带内的陀螺延迟信息的测量；
- (6) 根据以上的实验数据，拟合出陀螺的相位响应。

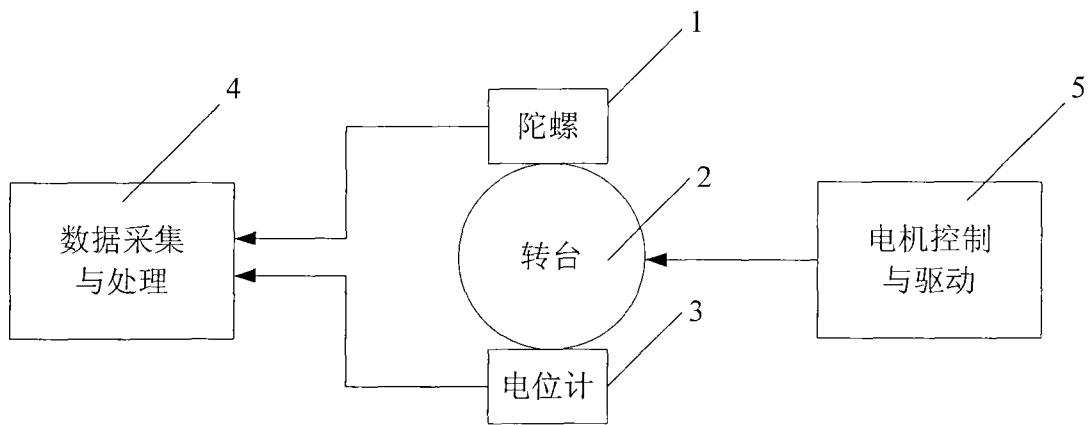


图 1