

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G02B 23/00 (2006.01)

G05D 17/02 (2006.01)



# [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710133241.3

[43] 公开日 2008年3月26日

[11] 公开号 CN 101149470A

[22] 申请日 2007.10.12

[21] 申请号 200710133241.3

[71] 申请人 中国科学院国家天文台南京天文光学  
技术研究所

地址 210042 江苏省南京市板仓街188号

[72] 发明人 王国民

[74] 专利代理机构 南京知识律师事务所

代理人 栗仲平

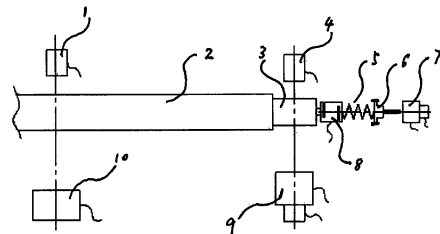
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 1 页

## [54] 发明名称

望远镜滚动摩擦传动正压力动态修正系统

## [57] 摘要

望远镜滚动摩擦传动正压力动态修正系统，从动轮与主动轮组成摩擦副，加压电机通过滚珠丝杆螺母副和弹簧对主动轮施加正压力；特征是设有正压力控制机构，该机构中设有工控机，工控机上连接有数据采集卡；在从动轮上设有从动轮力矩传感器；在主动轮上设有主动轮力矩传感器；从动轮力矩传感器与主动轮力矩传感器的输出接工控机的数据采集卡；设置在加压电机上的码盘的数据线接工控机的数据采集卡，采集的数据反馈给控制系统，构成闭环控制系统。本发明能实时修正正压力的大小，避免摩擦传动系始终在大载荷下工作，降低了零部件性能要求，大幅度降低了成本；还避免了摩擦传动副表面滑移，进而避免了视场抖动或漂移以及轴系的晃动，提高了稳定性。



1. 一种望远镜滚动摩擦传动正压力动态修正系统，从动轮与主动轮在正压力的作用下贴合在一起组成摩擦副，加压电机通过滚珠丝杆螺母副和弹簧对主动轮施加正压力，其特征在于，

设有正压力控制机构，该机构中设有工控机，工控机上连接有数据采集卡；

在从动轮上设有从动轮力矩传感器；在主动轮上设有主动轮力矩传感器；

从动轮力矩传感器与主动轮力矩传感器的输出接工控机的数据采集卡；

设置在加压电机上的码盘的数据线接工控机的数据采集卡，采集的数据反馈给控制系统，构成闭环控制系统。

2、根据权利要求 1 所述的望远镜滚动摩擦传动正压力动态修正系统，其特征在于，所述的主动轮力矩传感器和从动轮力矩传感器的设置方式是：主动轮力矩传感器和从动轮力矩传感器分别与主动轮和从动轮同轴安装。

3、根据权利要求 1 所述的望远镜滚动摩擦传动正压力动态修正系统，其特征在于，所述主动轮力矩传感器的设置位置是：设置在驱动电机和主动轮连线的主动轮一侧的延长线上；

所述从动轮力矩传感器的设置位置是：设置在从动轮位置编码器和从动轮连线的从动轮一侧的延长线上。

4、根据权利要求 1 或 2 或 3 所述的望远镜滚动摩擦传动正压力动态修

---

正系统，其特征在于，所述各部件的具体精度是：实时检测力矩的力矩传感器精度为 5N.m、系统的定标精度为 2N.m、滚珠丝杆运动精度为 5 级、弹簧弹性系数 K 的稳定性优于 1%以及驱动电机后面的编码器精度为 5"。

## 望远镜滚动摩擦传动正压力动态修正系统

### 技术领域

本发明涉及一种天文望远镜上的继续装置，具体涉及一种望远镜滚动摩擦传动正压力动态修正系统。通过采用这套修正系统，使得摩擦传动过程中正压力能够随着负载的实际情况进行实时调整，并保证望远镜在外界干扰下也能稳定工作。

### 背景技术

滚动摩擦传动是在正压力的作用下，主动轮通过正压力产生的摩擦力矩带动从动轮旋转的。外圆滚动摩擦传动由于结构简单、没有空回、安装调试及维护相对简单等原因在大型天文望远镜上得到了应用。但由于滚动摩擦传动不同于齿轮传动、蜗轮蜗杆等机械啮合传动，传动刚性弱，对于一个已调试好且工作正常的摩擦传动而言，在外界干扰下，如震动的传入、驱动负载的突然变化等，会引起摩擦副之间运动不同步，也就是通常所说的摩擦副表面之间的相对滑移，滑移的主要原因是驱动力矩和负载力矩之间的平衡被打破。这一问题在大型天文望远镜滚动摩擦驱动中尤为明显，因为大型天文望远镜工作时需要打开天文圆顶，即望远镜在露天工作，而望远镜的承风面积很大，风速的改变、风向的改变和望远镜在跟踪过程中承风面积的改变都会引起相当大的驱动负载的变化，且这种变化是随机的。另外，运行过程中加速度的改变也需要不同的驱动力矩与之对应。对于这一问题，天文上常用的解决方法是按最恶劣的工作状况来计算所需的正压力大小。这样做的后果

是：摩擦副和传动轴系一直工作在很大的正压力下，为了能够承受很大的载荷，摩擦副、旋转轴、支撑轴承等零部件的性能都要提高，增加了制造成本；另外，以上这些零部件一直工作在很大的载荷下，加快了运动件的磨损，影响轴系的稳定性。

## 发明内容

针对现有技术以上的不足，本发明的目的是提供一种望远镜滚动摩擦传动正压力动态修正系统，该修正系统是一种实时检测和实时修正的动态系统，根据实际的负载力矩实时调整正压力的大小，使得传动系统工作在最佳状态。使望远镜的摩擦传动系统并不总是在最大的正压力下工作，在没有风，或者风速较小，或者运行加速度不大的情况下可以实时根据实际情况减小其工作压力，以降低其制造成本，延长其工作寿命。

完成上述发明任务的技术方案是：望远镜滚动摩擦传动正压力动态修正系统，从动轮（被驱动负载）与主动轮在正压力的作用下贴合在一起组成摩擦副，加压电机通过滚珠丝杆螺母副和弹簧对主动轮施加正压力（正压力的改变通过弹簧的伸长或缩短完成；弹簧的伸长或缩短由滚珠丝杆螺母副带动；滚珠丝杠由加压电机驱动）；其特征在于，

设有正压力控制机构，该机构中设有工控机，工控机上连接有数据采集卡；

在从动轮上设有从动轮力矩传感器；在主动轮上设有主动轮力矩传感器；

从动轮力矩传感器与主动轮力矩传感器的输出接工控机的数据采集卡；

设置在加压电机上的码盘的数据线接工控机的数据采集卡（加压电机的

运动情况由其尾部的码盘反馈), 采集的数据反馈给控制系统, 构成闭环控制系统。

以上结构的工作原理是: 从动轮力矩传感器与主动轮力矩传感器的实时输出接控制系统的数据采集卡, 采集卡采集的实时数据经过控制系统解算后, 得到正压力加压电机所需的运动量, 根据这一运动量控制系统驱动加压电机运动。加压电机的运动情况由电机尾部的码盘进行反馈。加压电机带动滚珠丝杠旋转, 与丝杆配的螺母由于旋转自由度被限制, 所以只能作前后直线运动, 前后运动作用于弹簧就使得通过弹簧作用在主动轮上的正压力增大或者减小, 起到调节正压力的作用。进而修正了摩擦力矩, 使得摩擦力矩与负载力矩相平衡, 构成闭环控制系统。

以上方案的进一步改进, 有以下优化方案:

1、主动轮力矩传感器和从动轮力矩传感器的设置方式是: 主动轮力矩传感器和从动轮力矩传感器分别与主动轮和从动轮同轴安装;

2、主动轮力矩传感器的设置位置是: 设置在驱动电机和主动轮连线的主动轮一侧的延长线上;

从动轮力矩传感器的设置位置是: 设置在从动轮位置编码器和从动轮连线的从动轮一侧的延长线上。

即, 主动轮力矩传感器不能串联在驱动电机和主动轮之间, 而要联在另一头, 参见图 1。同样, 实时检测从动轮力矩的力矩传感器也不能串联在从动轮位置编码器和从动轮之间, 参见图 1。否则, 会带来类似于减速器的滞后效应, 影响摩擦传动的精度。

3、力矩波动动态修正系统的精度取决于各种传感器、反馈驱动单元和

控制系统。具体有：实时检测力矩的力矩传感器精度、系统的定标精度、滚珠丝杆运动精度、弹簧弹性系数 $K$ 的稳定性以及驱动电机后面的编码器精度等。各部件的具体精度根据望远镜传动跟踪系统的精度要求而定，一般情况下天文望远镜的跟踪精度在 $0.2''$  (RMS值)左右 (无导星校正系统)，根据这一精度要求，实时检测力矩的力矩传感器精度在 $5\text{N}\cdot\text{m}$ 左右，系统的定标精度，即加压电机的运动量与摩擦力矩之间的比例因子，由此产生的摩擦力矩的误差应控制在 $2\text{N}\cdot\text{m}$ 以下。滚珠丝杠副采用5级精度。弹簧的弹性系数 $K$ 的稳定性与实际修正系统的行程有关，一般在1%左右。驱动电机尾部的码盘精度根据定标精度和滚珠丝杠副的传动比而定，一般在 $5''$ 左右。

本发明就是采用一种动态实时检测修正系统，使得正压力能够根据实际负载的情况进行实时调整，保证所施加的正压力与当时实际负载所需正压力相一致。通过以上闭环控制系统调整丝杆螺母的线性运动量，即可根据望远镜的工作状态调整工作压力。用力矩传感器实时检测系统的负载力矩和驱动力矩，通过控制系统根据所测的力矩值实时调节正压力的大小。

更详细地说，本发明的具体工作原理是：摩擦传动是靠加在摩擦轮上的正压力产生的摩擦力来传递运动的，因此，正压力的大小对传动稳定性有着较大的影响。正压力过小，产生的摩擦力不足以很好的驱动负载，会引起宏观滑移，影响传动精度。正压力过大，会加速摩擦副表面和轴系支撑轴承的磨损，严重时会使接触副表面产生粘着磨损，降低传动性能。另外，正压力过大，在轴系刚性不够高的情况下会引起轴系的晃动，使得传动性能不稳定。根据以上的分析可以看出，对于摩擦传动系统而言，驱动负载的稳定性至关重要。但对极大望远镜在工作的过程中一直承受着风载的作用。由于极大望

望远镜承风面积很大，因此，风力的变化、风向的变化以及望远镜在跟踪过程中承风面积的变化都会使得作用在望远镜上的风载变化很大。另一方面，望远镜在跟踪过程中还有加速度的变化，也使得驱动负载发生变化。

加压电机通过滚珠丝杆螺母副和弹簧对主动轮施加的正压力为 $N$ ，若摩擦副的摩擦系数为 $\mu$ ，则摩擦副之间产生的切向摩擦力为： $F = N \times \mu$ 。如果被驱动负载的转矩为 $M_2$ ，则当 $F \times R = M_2$ 时（ $R$ 为从动轮旋转半径），摩擦副能够正常的工作。此时主动轮上的转矩 $M_1$ 可从力矩传感器4获得，从动轮的转矩 $M_2$ 可从力矩传感器1获得，且 $M_2 = \lambda M_1$ （ $\lambda$ 为传动比）。如果从动轮负载在运行过程中发生变化，不失一般性，以变大为例，变化之后的负载力矩为 $M_2 + \Delta M$ ，对于 $\Delta M$ 的考虑需要分两种情况：

#### 第一种情况

当负载的增大量 $\Delta M$ 不是很大，即主动轮仍然能够带动从动轮旋转，但此时摩擦副表面已有相对滑移。增大量 $\Delta M$ 的具体数值可从从动轮力矩传感器和主动轮力矩传感器的比对中得到。 $\Delta M$ 对应的正压力变化量为 $\Delta N$ ， $\Delta N$ 大小为： $\Delta M / (R \times \mu)$ 。由此可得到丝杆螺母的线性运动量 $\Delta L$ 为 $\Delta N / K$ ，即 $\Delta M / (R \times \mu \times K)$ ， $K$ 为弹簧的弹力系数。 $\Delta L$ 的精确数值可通过加压电机后面的码盘控制。至此，通过闭环控制系统使得摩擦力矩和负载力矩得到了新的平衡。

#### 第二种情况

当负载的增大量 $\Delta M$ 很大，摩擦力产生的驱动力矩完全不能带动从动轮，这时从从动轮力矩传感器传回来的数值为0，出现这种情况，以从力矩传感器4得到的力矩值 $M_1$ 作为 $\Delta M$ 去控制加压驱动电机7工作（ $M_1$ 为上次能



带到从动轮转动的力矩值), 完成这一循环后, 如果从动轮力矩传感器传回来的数值仍为0, 则再以M1作为 $\Delta M$ 继续驱动电机工作, 一直这样下去, 直到从动轮力矩传感器反馈数值不为0。但即使从动轮力矩传感器反馈数值不为0, 也不一定处于力矩平衡的最佳状态, 此时可以接着采用第一种情况的控制模式进行迭代控制, 直到摩擦力矩与负载力矩达到平衡。使得摩擦传动处于稳定的平衡状态。

通过以上分析, 采用本发明动态修正系统, 能够实时根据负载力矩的变化而修正正压力的大小, 使得摩擦传动始终工作在稳定的平衡状态。修正的精度取决于各种传感器的精度、系统定标和控制系统的精度。

采用本发明的动态修正系统, 能够实时根据负载力矩的变化情况而修正正压力的大小, 避免了摩擦传动系统的各个零部件始终工作在很大的载荷下, 降低了各个零部件的性能要求, 进而大幅度降低了成本。另外, 采用这种动态修正系统, 也能最大限度的避免摩擦传动副表面的相互滑移, 进而避免了天文望远镜观测目标的像在视场中抖动, 甚至漂移出视场。避免长时间大载荷工作还消除了轴系的晃动, 使得传动性能更加稳定。对于造价极高、观测时间非常宝贵的天文望远镜而言, 具有非常重要的现实意义。

## 附图说明

图1为本发明工作原理示意图。

## 具体实施方式

实施例1, 望远镜滚动摩擦传动正压力动态修正系统, 参照图1: 从动轮2(被驱动负载)与主动轮3在正压力的作用下贴合在一起组成摩擦副。加压电机7通过滚珠丝杆螺母副6和弹簧5对主动轮施加正压力N, 在从动轮上设有

从动轮力矩传感器1；在主动轮上设有主动轮力矩传感器4；从动轮力矩传感器与主动轮力矩传感器的实时输出接控制系统的数据采集卡，采集卡采集的实时数据经过控制系统解算后，得到正压力加压电机所需的运动量，根据这一运动量控制系统驱动加压电机运动。加压电机的运动情况由电机尾部的码盘进行反馈。加压电机带动滚珠丝杠旋转，与丝杆配的螺母由于旋转自由度被限制，所以只能作前后直线运动，前后运动作用于弹簧就使得通过弹簧作用在主动轮上的正压力增大或者减小，起到调节正压力的作用。进而修正了摩擦力矩，使得摩擦力矩与负载力矩相平衡，构成闭环控制系统。

若摩擦副的摩擦系数为 $\mu$ ，则摩擦副之间产生的切向摩擦力为： $F = N \times \mu$ 。驱动电机9带动主动轮3旋转，从动轮2在摩擦力 $F$ 的作用下作同步旋转。如果被驱动负载的转矩为 $M_2$ ，则当 $F \times R = M_2$ 时（ $R$ 为从动轮旋转半径），摩擦副能够正常的工作。此时主动轮上的转矩 $M_1$ 可从主动轮力矩传感器4获得，从动轮的转矩 $M_2$ 可从从动轮力矩传感器1获得，且 $M_2 = \lambda M_1$ （ $\lambda$ 为传动比）。

若摩擦副的摩擦系数为 $\mu$ ，则摩擦副之间产生的切向摩擦力为： $F = N \times \mu$ 。驱动电机9带动主动轮3旋转，从动轮2在摩擦力 $F$ 的作用下作同步旋转。如果被驱动负载的转矩为 $M_2$ ，则当 $F \times R = M_2$ 时（ $R$ 为从动轮旋转半径），摩擦副能够正常的工作。此时主动轮上的转矩 $M_1$ 可从力矩传感器4获得，从动轮的转矩 $M_2$ 可从力矩传感器1获得。图中的10为从动轮位置编码器。

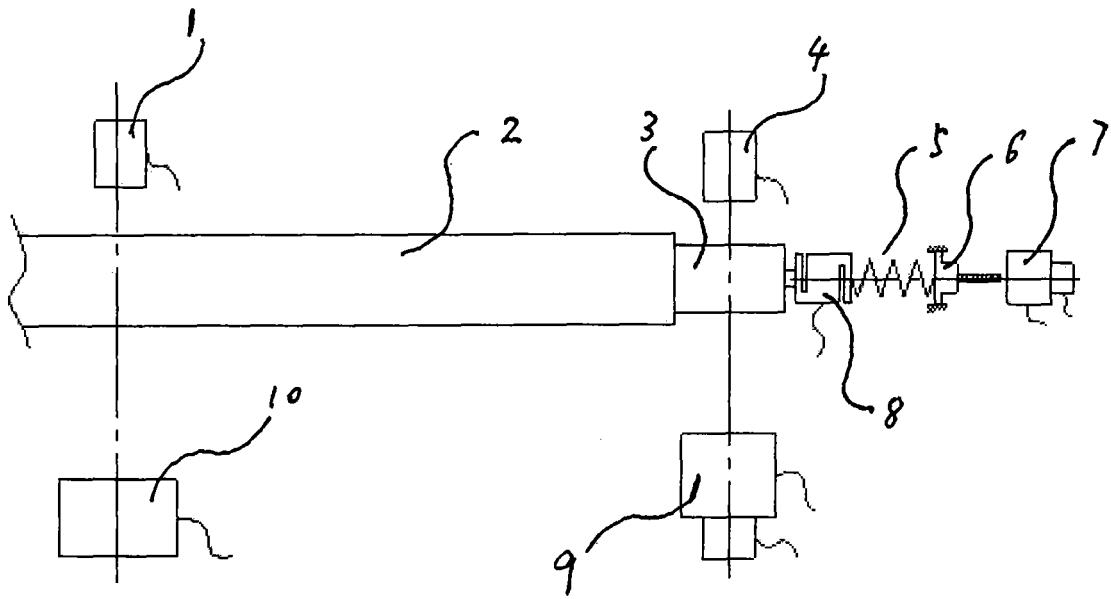


图 1