(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 103823298 A
(43)申请公布日 2014.05.28

(21)申请号 201410099922.2

(22)申请日 2014.03.19

(71)申请人 中国科学院国家天文台
地址 100012 北京市朝阳区大屯路甲20号

(72)发明人 王博 王政 田立丽 王红旗
韩延本 尹志强 刘卫东 乔琪源

(51)Int.Cl.
G02B 23/16(2006.01)

权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54)发明名称

一种用于可移动天顶望远镜的自动置平系统

(57)摘要

本发明用于解决可移动天顶望远镜高精度自动快速置平问题，可将平台水平状态精确调整至1″以内。该发明包含：控制系统、高精度倾斜仪、精密转台、倾角传感器、移动平台、相对光栅、精置平电机、精置平调整螺杆、粗置平电机、伸缩杆、置平平台上板、置平平台下板。精置平调整螺杆下端采用球面轴承，避免调整过程中支撑系统受力不均影响系统的置平精度和稳定性。该系统利用倾角传感器获取仪器水平状态，由粗置平电机和伸缩杆将平台调整至2′以内，再根据高精度倾斜仪得到的平台精确倾斜值。由相对光栅结合直流电机，实现直流电机数字化，控制精置平电机，完成置平精度为1″的高精度快速自动置平。该发明具有方便、快捷、实用、精度高等优点。

CN 103823298 A

1. 一种用于可移动天顶望远镜的自动置平系统，包括：

实时水平状态监视系统，由固定在高精密转台上的二维高精度电子倾斜仪和固定在置平平台上板的倾角传感器组成，二维高精度电子倾斜仪的两个水平测量方向与三个精置平电机组成的坐标系的 X，Y 轴平行，倾角传感器的两个水平测量方向与三个粗置平电机组成的坐标系的 X，Y 轴平行；

置平驱动系统，由粗置平驱动系统和精置平驱动系统组成，其中粗置平驱动系统包括粗置平电机和伸缩杆，精置平驱动系统包括精置平电机、相对光栅和精置平调整螺杆；

置平平台，包括置平平台上板和置平平台下板，其中，置平平台上板同高精密转台、精置平电机固定在一起，置平平台下板同精置平调整螺杆和粗制平驱动系统相连接，粗置平系统将仪器水平状态调整至 2′ 后，由二维高精度电子倾斜仪提供仪器在 0° 和 180° 方位的精确水平状态信息，得到水平差值（ΔX，ΔY），其中 ΔX 是 X 轴方向的水平差值，ΔY 为 Y 轴方向的水平差值，控制系统自动分配精置平驱动系统的调整幅度，完成仪器的精确置平。

电控系统，包括二维高精度电子倾斜仪数据接收模块，倾角传感器数据接收模块、粗置平电机控制模块、相对光栅控制模块、精置平电机控制模块。

2. 如权利要求 1 所述的用于可移动天顶望远镜自动置平系统，其特征在于倾角传感器、控制系统和粗置平驱动通过闭环工作方式来实现置平精度优于 2′ 的粗置平。

3. 如权利要求 1 所述的用于可移动天顶望远镜自动置平系统，其特征在于通过二维高精度电子倾斜仪提供仪器的水平差值信息，由控制系统、精置平驱动系统通过闭环工作方式实现置平精度优于 1″ 的精置平。

4. 如权利要求 1 所述的用于可移动天顶望远镜自动置平系统，其特征在于倾角传感器采样时间为 0.1s，量程为 ±30°，测量精度为 1′。

5. 如权利要求 1 所述的用于可移动天顶望远镜自动置平系统，其特征在于精置平驱动系统通过相对光栅控制精置平电机的调整当量，实现精置平电机的数字化。

6. 如权利要求 4 所述的用于可移动天顶望远镜自动置平系统，其特征在于相对光栅有 2000 条刻线，可以输出 8000 个脉冲，完成步距角为 0.04″ 的调整当量。

7. 根据权利要求 2 所述的用于可移动天顶望远镜自动置平系统，其特征在于通过精置平电机的旋转，精确控制精置平调整结构的上下调整。

8. 根据权利要求 1 所述的用于可移动天顶望远镜自动置平系统，其特征在于二维高精度电子倾斜仪采样时间为 5s，分辨率为 0.0002″，量程为 ±2′。

一种用于可移动天顶望远镜的自动置平系统

技术领域

[0001] 本发明属于天文观测领域，特别是数字天顶望远镜和经纬仪的置平调整。

背景技术

[0002] 数字天顶望远镜 (Digital Zenith Telescope，DZT) 通过 0-180° 转身观测天顶附近的恒星，通过数据处理，计算得到观测点的天文经纬度和垂线偏差。DZT 在整个观测过程中需要保证仪器的水平状态稳定地维持在 1″ 以内，并且需要记录高精度电子倾斜仪在观测时刻的数值用于倾斜修正。因此，需要高精度、自动快速的水平调整系统来保证和维持仪器的水平状态在 1″ 内。

[0003] DZT 为一种可移动的观测设备，观测地点环境复杂，因此水平状态容易受到外界环境的影响。传统的天顶望远镜是固定观测，水平调整为人工手动调整，且观测过程中无法实时监视仪器的水平状态，效率低、精度差、不能实现仪器的自动化观测。

发明内容

[0004] 为实现数字天顶望远镜的高精度快速自动置平，本发明通过粗、精两套置平系统，利用三点调整方式来完成平台的置平，可以保证整套可移动的观测平台实现精度为 1″ 的精确快速自动置平，为仪器设备提供一个可靠的高精度平台。

[0005] 本发明要解决问题是平台的高精度、快速自动置平的关键技术。整套系统由一个控制系统、倾角传感器、粗置平电机、伸缩杆、二维高精度电子倾斜仪、高精密转台、相对光栅、精置平电机、精置平调整螺杆、、置平平台上板、置平平台下板组成。

[0006] 二维高精度电子倾斜仪固定在所述的高精密转台上；所述高精密转台同置平平台上板连接在一起，并且同置平平台垂直；所述的倾角传感器同所述的置平平台连接在一起，提供系统的粗水平状态；所述的移动平台同置平平台下板连接在一起；所述的粗置平电机同移动平台连接在一起；所述的伸缩杆同粗制平电机连接在一起；所述的伸缩杆同所述的移动平台连接在一起；所述的相对光栅分别同所述的精置平电机相连接；所述的相对光栅同所述的精置平调整螺杆相连接，通过所述的相对光栅来控制所述的精置平电机驱动所述的精置平螺杆的调整幅度，完成所述的置平平台的水平调整。

[0007] 优选地，上述的高精度快速自动置平系统具有以下特点：

[0008] 所述的置平系统放置于一套移动平台上，可以拖动移动平台至不同的地方完成观测任务。

[0009] 优选地，上述的高精度快速自动置平系统具还有以下特点：

[0010] 所述的置平系统由粗置平系统和精置平系统完成最后的置平工作。其中粗置平系统由倾角传感器、移动平台、粗置平电机、伸缩杆组成。精置平系统由二维高精度电子倾斜仪、精置平电机、精置平调整螺杆和相对光栅组成。

[0011] 优选地，上述的高精度快速自动置平系统具还有以下特点：

[0012] 所述的倾角传感器每 0.1s 输出一次水平数据，其量程为 ±30°，精度为 1′。

[0013] 优选地，上述的高精度快速自动置平系统具还有以下特点：

[0014] 所述的粗置平驱动系统可以自动的把仪器水平调整至 2′ 以内，达到二维高精度电子倾斜仪的量程范围。

[0015] 优选地，上述的高精度快速自动置平系统具还有以下特点：

[0016] 所述的二维高精度电子水平仪的分辨率为 0.0002″，即 1nrad，量程为 ±2′，可以精确地测量当前系统的水平状态。

[0017] 优选地，上述的高精度快速自动置平系统还具有以下特点：

[0018] 所述的相对光栅每旋转一周输出 8000 个脉冲沿，每个脉冲可以控制所述的置平电机驱动所述的置平调整丝杆调整当量为 0.04″，保证平台优于 1″ 的置平精度。

[0019] 优选地，上述的高精度快速自动置平系统还具有以下特点：

[0020] 所述的二维高精度电子水平仪可以实时监视平台的水平状态，如果大于了 1″，则会通过所述相对光栅控制所述置平电机驱动所述的置平调整丝杆将平台水平调整至 1″ 内。

[0021] 优选地，上述的高精度快速自动置平系统还具有以下特点：

[0022] 所述的三点置平，在得知所述的置平平台的水平状态后，可以同时通过所述的三点上所述的相对光栅控制所述的置平电机驱动所述的置平调整螺杆完成平台的置平工作。

[0023] 本发明克服了现有的置平方法精度低、不能快速自动完成置平的问题，能够提供置平精度优于 1″ 的高精度快速自动置平系统，提高了工作效率，且实现简单，具有广阔的应用前景。

附图说明

[0024] 图 1 是本发明的天顶望远镜置平系统框架图；

[0025] 图 2 是本发明的置平系统的俯视图。

具体实施方式

[0026] 如图 1 所示，一种用于天顶望远镜的自动置平系统，该系统包括实时水平状态监视系统；可移动平台；置平驱动系统；置平平台和电控系统四部分组成。

[0027] 实时水平状态监视系统由固定在高精密转台上的二维高精度电子倾斜仪仪和固定在置平平台上板的倾角传感器组成。二维高精度电子倾斜仪的两个水平测量方向要同三个精置平电机组成的坐标系的 X，Y 轴平行。倾角传感器的两个水平测量方向要同三个粗置平电机组成的坐标系的 X，Y 轴平行。

[0028] 置平驱动系统由粗置平驱动系统和精置平驱动系统两部分组成。粗置平驱动系统由粗置平电机和伸缩杆组成，粗置平电机同伸缩杆相连接。精置平驱动系统由精置平电机、相对光栅和置平调整螺杆组成，精置平电机同相对光栅相连接，相对光栅同置平调整螺杆相连接。通过相对光栅来控制置平电机的调整当量。

[0029] 置平平台由置平平台上板和置平平台下板两部分组成，其中，置平平台上板同高精密转台、精置平电机固定在一起，置平平台下板同置平调整螺杆相连接。通过控制精置平电机的转动，来改变置平平台上板的高度，从而实现仪器的置平。

[0030] 移动平台同粗制平驱动系统连接在一起，通过粗置平电机驱动伸缩杆支撑起移动

平台。

[0031] 置平平台下板同粗制平驱动系统固定在一起，由粗置平驱动系统支撑起置平平台。

[0032] 电控系统由二维高精度电子倾斜仪数据接收模块、倾角传感器数据接收模块、粗置平电机控制模块、相对光栅控制模块、绝对光栅控制模块、步进电机控制模块、精置平电机控制模块组成。控制系统在接收倾角传感器的数据后，判定当前的水平状态，如果大于 2′，则驱动粗置平系统，将水平状态调整至二维高精度电子倾斜仪的量程范围之内，然后再进行精置平操作。控制系统在接收到二维高精度电子倾斜仪在 0 度位置的数据后，高精密转台旋转 180 度再次读取二维高精度电子倾斜仪的数据，根据两次水平数据差值得到仪器的倾斜状态。如果差值大于 1″，则驱动三个精置平电机调整水平，完成系统的精确置平。

[0033] 本发明通过三点调整来完成平台的精置平，用于调整的三个精置平电机调整点，如图 1 和 2 所示，分别为点 A、点 B、点 C。其工作方法和步骤如下所述：

[0034] (1) 将调整的三点 A、B、C 放置于一个直角坐标系中，其中 A、B 点位于 X 轴上，C 点用于 Y 轴上。将二维高精度电子倾斜仪固定在旋转平台上，其中的一维同 X 轴平行，另外一维同 Y 轴平行。读取二维高精度电子倾斜仪的数值，得到仪器水平状态两个数据 (X0，Y0)。

[0035] (2) 将旋转平台经过 180 度的转身，读取二维高精度电子倾斜仪，再次获取仪器水平状态两个数据 (X1，Y1)。

[0036] (3) 将 (X1，Y1)、(X0，Y0) 相减，得到 X 轴方向的水平差值 dX，Y 轴方向的水平差值 dY。

[0037] (4) 将 (X1，Y1)、(X0，Y0) 相加取平均，得到水平调整的目标状态 (X3，Y3)。

[0038] (5) 相对光栅控制置平电机驱动置平调整结构，相对光栅每个脉冲所改变的水平状态值 d_value，dX/d_value 计算出 X 方向需要调整步距数 X_steps，dY/d_value 计算出 Y 方向需要调整的步距数 Y_steps。

[0039] (6) 调整 X 轴方向的 A、B，每点方向调整步距数 X_steps/2，Y 方向的调整步距数 Y_steps。

[0040] (7) 读取二维高精度倾斜仪的水平值，判断与水平调整的目标状态 (X3，Y3) 的水平差值是否在 2″ 内。如果大于 2″，则继续调整，直至 2″ 内，并 180 度转身，再次读取二维高精度倾斜仪的水平值，检测仪器的最终水平状态。

[0041] 本发明虽然以较佳实施例公开如上，但其并不是用来限定本发明，任何本领域技术人员在不脱离本发明的精神和范围内，都可以利用上述揭示的方法和技术对本发明技术方案作出可能的变动和修改。因此，凡是未脱离本发明技术方案的内容，依据本发明的技术实质对以上实施例所作的任何简单修改、等同变化及修饰，均属于本发明技术方案的保护范围。

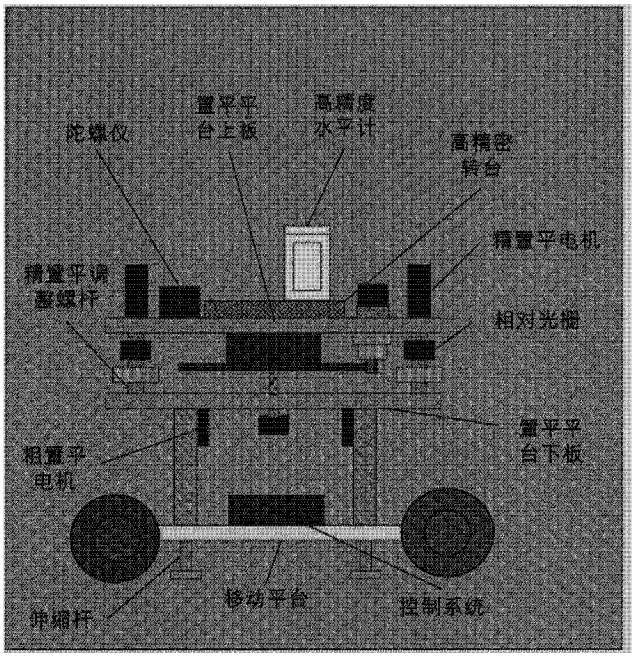

陀螺仪
置平平台上板
高精度水平计
高精密转台
精置平电机
精置平调整螺杆
相对光栅
置平平台下板
粗置平电机
移动平台
控制系统
伸缩杆

图 1

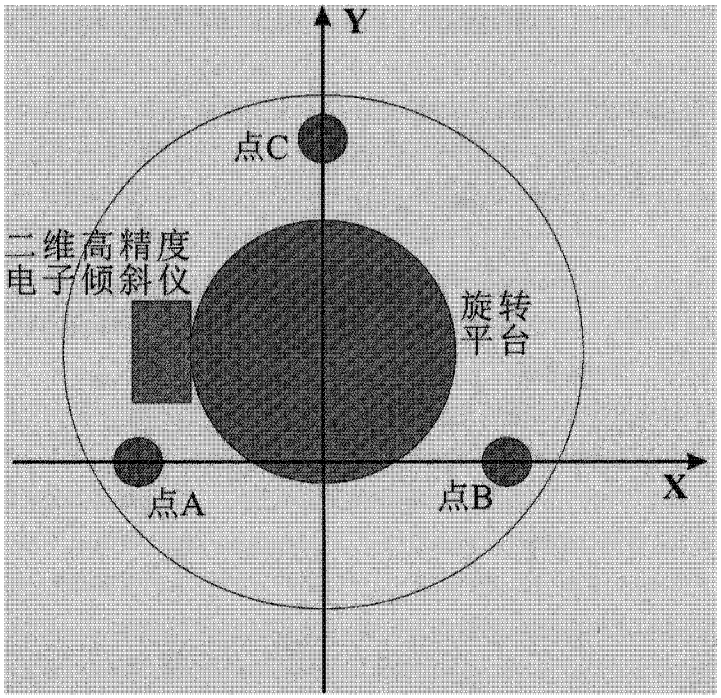

Y
点C
二维高精度电子倾斜仪
旋转平台
点A
点B
X

图 2