



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102128587 A

(43) 申请公布日 2011. 07. 20

(21) 申请号 201010615262. 0

(22) 申请日 2010. 12. 30

(71) 申请人 洛阳轴研科技股份有限公司

地址 471039 河南省洛阳市高新技术开发区
丰华路 6 号

(72) 发明人 李副来 郝大庆 高奋武 刘金秀
李丽歌 胡英贝

(74) 专利代理机构 郑州睿信知识产权代理有限公司 41119

代理人 陈浩

(51) Int. Cl.

G01B 7/31 (2006. 01)

G01B 11/27 (2006. 01)

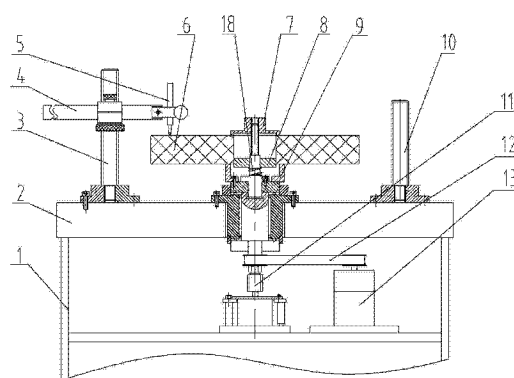
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 4 页

(54) 发明名称

一种砂轮圆跳动测量仪

(57) 摘要

本发明公开了一种砂轮圆跳动测量仪, 在工作台上转动安装有旋转卡具, 该旋转卡具包括转轴, 在转轴上设置有用与被测砂轮的中心孔同轴插接配合的芯轴部分, 在转轴上于芯轴部分的上、下方对应固设有用于夹持固定被测砂轮的压盖和托盘; 工作台上于被测砂轮的周向外侧设置有用检测被测砂轮端面圆跳动和径向圆跳动的测量装置, 该测量装置包括固设在工作台上的传感器安装架, 在传感器安装架上设置有用检测被测砂轮端面圆跳动的第一位移传感器和用于检测被测砂轮径向圆跳动的第二位移传感器。采用本发明避免了人工测量所带来的人为误差, 有效提高了测量效率, 降低了测量成本。



1. 一种砂轮圆跳动测量仪,其特征在于:包括工作台,在工作台上转动安装有旋转卡具,该旋转卡具包括转轴,在转轴上设置有用与被测砂轮的中心孔同轴插接配合的芯轴部分,在转轴上于芯轴部分的下方固设有用于托放被测砂轮的托盘,在转轴上于芯轴部分的上方还设置有用与托盘对应配合将被测砂轮固定在托盘上的压盖;所述工作台上于被测砂轮的周向外侧设置有用检测被测砂轮端面圆跳动和径向圆跳动的测量装置,该测量装置包括固设在工作台上的传感器安装架,在传感器安装架上设置有用检测被测砂轮端面圆跳动的第一位移传感器和用于检测被测砂轮径向圆跳动的第二位移传感器,第一位移传感器和第二位移传感器的信号输入端为用于检测被测砂轮跳动信号的测头。

2. 根据权利要求1所述的砂轮圆跳动测量仪,其特征在于:所述的转轴包括转动设置在工作台上的主轴,所述的转轴上设置的与被测砂轮中心孔同轴插接配合的芯轴部分为主轴上插配的与主轴同轴转动配合的锥面芯轴,锥面芯轴的外圆周面为圆台面,锥面芯轴的上端为小径端。

3. 根据权利要求2所述的砂轮圆跳动测量仪,其特征在于:所述的主轴包括密珠轴和嵌设在密珠轴顶端的中心孔中的内嵌轴,所述的锥面芯轴穿套在内嵌轴上,所述的托盘固定在密珠轴上。

4. 根据权利要求3所述的砂轮圆跳动测量仪,其特征在于:所述的内嵌轴上沿其径向向外延伸有凸缘,在内嵌轴上套装有预紧弹簧,预紧弹簧的一端顶压在凸缘的上端面上,另一端顶压在锥面芯轴的下端面上。

5. 根据权利要求3或4所述的砂轮圆跳动测量仪,其特征在于:所述的密珠轴由同步电机通过同步带传送驱动旋转。

6. 根据权利要求1至4中任一项所述的砂轮圆跳动测量仪,其特征在于:所述的转轴上设置用于检测转轴转动圈数的光电编码器。

7. 根据权利要求1至4中任一项所述的砂轮圆跳动测量仪,其特征在于:所述的传感器安装架包括固设在工作台上的第一立柱和第二立柱,第一立柱上设置有第一探测臂,所述的第一位移传感器安装在第一探测臂上;所述的第二立柱上设置有第二探测臂,所述的第二位移传感器安装在第二测量臂上。

8. 根据权利要求7所述的砂轮圆跳动测量仪,其特征在于:所述的第一探测臂和第二探测臂分别对应沿第一立柱和第二立柱的轴向上下位置可调。

9. 根据权利要求7所述的砂轮圆跳动测量仪,其特征在于:所述的第一探测臂在第一立柱上沿第一探测臂的延伸方向伸缩可调,所述的第二探测臂在第二立柱上沿第二探测臂的延伸方向伸缩可调。

10. 根据权利要求7所述的砂轮圆跳动测量仪,其特征在于:所述的第一探测臂在第一立柱上绕第一立柱轴向转动可调,所述的第二探测臂在第二立柱上绕第二立柱轴向转动可调。

一种砂轮圆跳动测量仪

技术领域

[0001] 本发明属于砂轮形位公差测量技术领域,特别涉及一种砂轮圆跳动测量仪。

背景技术

[0002] 被测砂轮在使用时高速旋转,对金属或非金属工件的外圆、内圆、平面和各种型面等进行粗磨、半精磨和精磨以及开槽和切割等加工。

[0003] 在精密磨削加工技术领域,客户需要的是精确外形尺寸的被测砂轮产品,以保证被测砂轮的磨削加工精度,这就对被测砂轮的性能提出较高要求,尤其是被测砂轮圆跳动中的径向圆跳动和端面圆跳动两个重要参数。目前许多被测砂轮制造厂对被测砂轮的这两个参数的测量多采用手动装置测量或使用三坐标测量仪等进行检测,但这样检测效率较低,检测成本较高。手动装置测量普遍存在测量项目单一,所测量的被测砂轮型号有限,并且人为因素干扰大,测量结果精度低。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种砂轮圆跳动测量仪,以解决现有技术中对被测砂轮圆跳动参数测量效率低的技术问题。

[0005] 为实现上述目的,本发明采用如下技术方案:一种砂轮圆跳动测量仪,包括工作台,在工作台上转动安装有旋转卡具,该旋转卡具包括转轴,在转轴上设置有用与被测砂轮的中心孔同轴插接配合的芯轴部分,在转轴上于芯轴部分的下方固设有用于托放被测砂轮的托盘,在转轴上于芯轴部分的上方还设置有用与托盘对应配合将被测砂轮固定在托盘上的压盖;所述工作台上于被测砂轮的周向外侧设置有用检测被测砂轮端面圆跳动和径向圆跳动的测量装置,该测量装置包括固设在工作台上的传感器安装架,在传感器安装架上设置有用检测被测砂轮端面圆跳动的第一位移传感器和用于检测被测砂轮径向圆跳动的第二位移传感器,第一位移传感器和第二位移传感器的信号输入端为用于检测被测砂轮跳动信号的测头。

[0006] 所述的转轴包括转动设置在工作台上的主轴,所述的转轴上设置的与被测砂轮中心孔同轴插接配合的芯轴部分为主轴上插配的与主轴同轴转动配合的锥面芯轴,锥面芯轴的外圆周面为圆台面,锥面芯轴的上端为小径端。

[0007] 所述的主轴包括密珠轴和嵌设在密珠轴顶端的中心孔中的内嵌轴,所述的锥面芯轴穿套在内嵌轴上,所述的托盘固定在密珠轴上。

[0008] 所述的内嵌轴上沿其径向向外延伸有凸缘,在内嵌轴上套装有预紧弹簧,预紧弹簧的一端顶压在凸缘的上端面上,另一端顶压在锥面芯轴的下端面上。

[0009] 所述的密珠轴由同步电机通过同步带传送驱动旋转。

[0010] 所述的转轴上设置用于检测转轴转动圈数的光电编码器。

[0011] 所述的传感器安装架包括固设在工作台上的第一立柱和第二立柱,第一立柱上设置有第一探测臂,所述的第一位移传感器安装在第一探测臂上;所述的第二立柱上设置有

第二探测臂，所述的第二位移传感器安装在第二测量臂上。

[0012] 所述的第一探测臂和第二探测臂分别对应沿第一立柱和第二立柱的轴向上下位置可调。

[0013] 所述的第一探测臂在第一立柱上沿第一探测臂的延伸方向伸缩可调。所述的第二探测臂在第二立柱上沿第二探测臂的延伸方向伸缩可调。

[0014] 所述的第一探测臂在第一立柱上绕第一立柱轴向转动可调，所述的第二探测臂在第二立柱上绕第二立柱轴向转动可调。

[0015] 本发明的有益效果是：本发明所提供的砂轮圆跳动测量仪工作时，首先将被测砂轮通过托盘和压盖固定在旋转卡具上，将第一位移传感器的测头接触到被测砂轮的被测端面，将第二位移传感器的测头接触到被测砂轮的被测圆周面上，转轴带动由托盘和压盖固定的被测砂轮同轴旋转，此时被测砂轮的端面圆跳动和径向圆跳动的信号由第一位移传感器和第二位移传感器的测头检测。本发明中在转轴上设置用于与被测砂轮中心孔对应车插接配合的芯轴部分，从而有效的保证了被测砂轮旋转时与转轴的同轴度，从而保证对被测砂轮圆跳动参数测量数据的有效性。本发明所提供的测量仪结构简单、检测方便快捷，本发明中将被测砂轮同轴穿套在转轴上，转轴带动被测砂轮旋转，然后由第一位移传感器和第二位移传感器检测被测砂轮端面圆跳动和径向圆跳动的信号。采用本发明避免了人工测量所带来的人为误差，有效提高了测量效率，降低了测量成本。并且使用本发明有效解决了被测砂轮尤其是精密被测砂轮的端面圆跳动和径向圆跳动的测量，对分析被测砂轮的结构设计、制造和装配工艺等提供了精确的依据，具有良好的市场前景和社会意义。

附图说明

[0016] 图 1 为本发明一种实施例的结构示意图；

图 2 为图 1 的俯视图；

图 3 为图 1 中密珠轴的结构示意图；

图 4 为图 1 中第一立柱的结构示意图；

图 5 为本发明中数据采集系统原理框图；

(图 1 中的第二探测臂未画出，图 2 中的第一探测臂未画出，且在图 2 中省去了部分与图 1 对应的结构，但其不影响本领域技术人员理解)。

具体实施方式

[0017] 如图 1 至图 4 所示，一种砂轮圆跳动测量仪，包括机架 1，在机架 1 上设置有工作台 2，工作台 2 上转动安装有旋转卡具，该旋转卡具包括转轴，在转轴上设置用于与被测砂轮 6 中心孔同轴插接配合的芯轴部分，本实施例中的转轴包括转动设置在工作台 2 上的主轴，主轴由驱动系统驱动旋转，所述的转轴上设置的芯轴部分为主轴上同轴转动配合的锥面芯轴 8，锥面芯轴 8 的外圆周面为圆台面，锥面芯轴的上端为小径端，本实施例中的驱动系统包括同步电机 13 及用于传动连接同步电机和主轴的同步带 12，在主轴上于锥面芯轴 8 的下方同轴固设有用于托放被测砂轮的托盘 9，在主轴上于锥面芯轴 8 的上方设置用于与托盘对应配合将被测砂轮同轴固定在主轴上的压盖 7，在工作台 2 上于被测砂轮 6 的周向外侧设置用于检测被测砂轮端面圆跳动和径向圆跳动的测量装置，该测量装置包括固

设在工作台上的传感器安装架,在本实施例中传感器安装架包括呈对角布置在工作台上的第一立柱3和第二立柱10,第一立柱3上设置有第一探测臂4,在第一探测臂4上安装有用于测量被测砂轮端面圆跳动的第一位移传感器5,在第二立柱10上设置有第二探测臂19,在第二探测臂19上安装有用于测量被测砂轮径向圆跳动的第二位移传感器17,第一位移传感器5和第二位移传感器17的信号输入端为用于检测被测砂轮跳动信号的测头,第一位移传感器5和第二位移传感器17的信号输出端通过传输线路连接有数据采集计算系统。

[0018] 如图1、图3所示,本实施例中的主轴包括转动设置在工作台上的密珠轴,密珠轴为现有技术,按照密珠轴中传动主轴的样式可分为圆柱轴系、圆锥轴系、球形轴系,在本实施例中采用的是圆柱轴系,密珠轴系的摩擦力矩小,对温度变化不敏感,其结构简单、制造、安装和维修方便,在精密仪器中被广泛使用。本实施例中的密珠轴包括用于定位密珠轴的轴套20,轴套20固定在工作台上,在轴套20中转动装配有传动主轴21,传动主轴21和轴套20间通过钢珠26实现其转动配合,在轴套20的两端设置有穿套在传动主轴上并随传动主轴旋转的上端盖23和下端盖27,同时为了防止灰尘等杂物进入密珠轴上而影响主轴和轴套的转动配合,常在轴套的端部固设防尘环22,以防止灰尘等杂物进入密珠轴上影响传动主轴和轴套的转动配合,在传动主轴21的顶端设置有中心孔,在传动主轴的顶端于中心孔插接有内嵌轴24,在内嵌轴24上设置有沿内嵌轴径向向外延伸的凸缘25,在凸缘25上设置有螺钉安装通孔,在密珠轴的上端盖23上设置有与凸缘上的螺钉安装通孔相对应的螺钉安装孔,通过穿过凸缘上的螺钉安装通孔及上端盖上的螺钉安装孔的紧固螺钉实现内嵌轴24与传动主轴21的同轴传动连接,当密珠轴上的传动主轴由同步电机驱动旋转时,内嵌轴在传动主轴的带动下随之转动。在密珠轴顶端的中心孔中同轴固定嵌设有内嵌轴,所述的锥面芯轴穿套在内嵌轴上并与内嵌轴同轴转动。在内嵌轴24的上部设置有用与压盖对应配合的外螺纹。

[0019] 如图1、图3所示,在内嵌轴24上对应与锥面芯轴8的下方沿其径向向外延伸有凸缘25,在内嵌轴24上套装有预紧弹簧18,预紧弹簧18的下端顶压在凸缘25的上端面上,预紧弹簧18的上端顶压在锥面芯轴8的下端面上。锥面芯轴8由设置的预紧弹簧18顶压实现其锥形外周面与被测砂轮中心孔的紧密配合,当使用本发明中提供的测量仪检测不同尺寸外径的被测砂轮时,预紧弹簧17还可以对锥面芯轴进行微调以适应各种被测砂轮不同尺寸的中心孔,从而保证被测砂与转轴旋转时的同轴度。

[0020] 在本实施例中旋转卡具由驱动系统驱动旋转,驱动系统包括同步电机13,驱动系统中的同步电机13通过同步带12驱动密珠轴旋转,从而实现密珠轴、锥面芯轴、内嵌轴、托盘及被测砂轮的同轴旋转。

[0021] 如图1所示,本实施例中的托盘9包括用于与密珠轴固定连接的底盘,在底盘的中心设置有用与供内嵌轴穿过的中心孔,在底盘的上端面上一体延伸有用与支撑被测砂轮的环形的支撑部,测量时,托盘的环形支撑部与被测砂轮的下端面顶压配合,环形支撑部的内径大于锥面芯轴的直径,托盘的环形支撑部构成用于容纳锥面芯轴的容纳槽。

[0022] 如图1所示,本实施例中的压盖7包括穿套在内嵌轴上的底盘,在压盖的底盘的下端面上一体延伸有用与压紧被测砂轮的环形支撑部,测量时环形支撑部的下端面与被测砂轮的上端面顶压配合,压盖的中心孔为与内嵌轴的外螺纹配合的螺纹孔,压盖通过螺纹连接固定与内嵌轴同轴传动连接,具体实施时,内嵌轴伸出压盖的螺纹孔外,此时可以在内嵌

轴上设置防松螺母实现对压盖的紧固防松。

[0023] 所述的托盘同轴固定设置在密珠轴上,并随密珠轴旋转,测量时将被测砂轮 6 放置在托盘 9 上,被测砂轮 6 的中心孔与锥面芯轴 8 对应配合,然后在内嵌轴 24 上于被测砂轮的上方安装压盖 7,从而将被测砂轮 6 与主轴同轴传动连接,当密珠轴带动内嵌轴转动时,被测砂轮 6 由托盘 9、锥面芯轴 8 和压盖 7 带动旋转,以完成对被测砂轮的端面圆跳动和径向圆跳动的测量。

[0024] 使用压盖 7 和托盘 9 对应配合以实现对被测砂轮的固定,其结构简单,装配快捷,极大的提高了测量效率和降低了测量成本。

[0025] 本实施例中的工作台 2 为大理石工作台。

[0026] 具体实施时,可以省去用于放置工作台的机架,而将工作台设置在机柜上,此时驱动系统设置在机柜中。

[0027] 在本实施例中的第一探测臂和第二探测臂均可以沿立柱轴向上下位置可调,在本实施例中第一立柱和第一探测臂及第二立柱和第二探测臂之间装配连接关系结构相同。

[0028] 如图 1、图 4 所示,在工作台 2 上通过螺钉固定设置有立柱安装座 30,在立柱安装座 30 上通过螺纹设置有垂直于工作台设置的第一立柱 3,在第一立柱 3 上滑动穿套有升降套 32,升降套 32 的内孔为光孔,升降套 32 与第一立柱 3 滑动配合,第一探测臂 4 沿垂直于第一立柱的轴线穿套在升降套中,且第一探测臂 4 随升降套沿第一立柱的轴向上下位置可调,第一立柱 3 的外周面为外螺纹,在第一立柱 3 上于升降套 32 的下方螺纹连接有用于对升降套定位的调整螺母 31,升降套 32 坐在调整螺母 31 上,对调整螺母的上下位置调整就可以实现对升降套的上下位置的调整,升降套的位置调整好后由位于升降套 32 上方的紧固螺母 33 将升降套 32 紧固在调整螺母 31 上,在本实施例中,升降套可沿第一立柱 3 的轴向上下位置可调,并且还可绕第一立柱的轴向做 360° 的自由转动,从而实现对第一探测臂沿第一立柱轴向上下位置的调整和绕第一立柱轴向的周向转动,以适应不同尺寸的被测砂轮。在第一探测臂 4 的末端通过紧固螺钉 34 将第一位移传感器 5 固定安装在第一探测臂 4 上。

[0029] 具体实施时,可采用其他结构实现对升降套及第一探测臂上下位置的调整固定,如在升降套的套壁上开设沿第一立柱轴向延伸的滑槽,在第一立柱上开设有与升降套上的滑槽相对应的螺钉安装孔,使用通过滑槽和螺钉安装孔的紧固螺钉将升降套固定在第一立柱上,当需要调整时,旋松紧固螺钉,升降套沿滑槽延伸方向滑动,当调整到合适的测量位置时,旋紧紧固螺钉,重新将升降套固定在第一立柱上。

[0030] 在本实施例中第一探测臂和第二探测臂在立柱上沿探测臂的延伸方向伸缩可调,这样可以使得第一位移传感器和第二位移传感器的测头在被测砂轮的上端面上改变其测量点以适应不同的测量要求。

[0031] 如图 2 所示,第二探测臂 19 由与升降套固定连接的主连接臂 14 和用于安装位移传感器的副连接臂 16,主、副连接臂并行设置,本实施例中在主连接臂 14 上开设有沿第二探测臂延伸方向延伸的螺钉安装槽,在副连接臂 16 设置螺钉安装孔,这样主连接臂和副连接臂通过穿过螺钉安装槽和螺钉安装孔的紧固螺钉 15 固定连接,紧固螺钉 15 可以带动副连接臂沿螺钉安装槽在第二探测臂的延伸方向上滑动调整,在将第二探测臂调整到合适测量位置时,将其重新固定,以保证第二位移传感器的测头所测得数据的有效性。

[0032] 具体实施时,可采用其他结构实现主、副连接臂的伸缩可调,如将螺钉安装槽设置在副连接臂上,而将螺钉安装孔设置在主连接臂上;或者将主连接臂上设置滑槽,而副连接臂的一端滑动装配在滑槽中,当副连接臂调整到合适的测量位置时,通过紧固螺钉将副连接臂固定在主连接臂上。

[0033] 所述的第二探测臂在第二立柱上绕立柱轴向转动可调,升降套 32 上开设有与立柱滑动配合的光孔,升降套带动第二探测臂可绕第二立柱轴向自由转动,当使用本测量仪测量不同外形尺寸的被测砂轮时,需要调整第二探测臂的位置以使得第二位移传感器上的测头与被侧砂轮的圆周面接触,实现测量目的。同样,在将第二探测臂旋转到测量位置时,需将第二探测臂重新固定在第二立柱上,以保证测量时第二位移传感器的测头所测得的数据的有效性。

[0034] 在本实施例中,因为测量的是被侧砂轮的上端面,用于测量端面圆跳动的第一位移传感器的在立柱轴向上的高度一般高于用于测量径向圆跳动的第二位移传感器的高度。

[0035] 在本实施例中,第一位移传感器 5 和第二位移传感器 17 均为电感式位移传感器,具体实施时还可以采用其他类型的位移传感器如电容式位移传感器、光电式位移传感器或霍尔式位移传感器等。

[0036] 具体实施时,在使用本测量仪对不同尺寸的被测砂轮进行检测时,可以通过调整第二探测臂和第二探测臂的在立柱轴向上的上下位置,并将第一探测臂和第二探测臂沿其本身探测臂的延伸方向伸缩可调,第一探测臂和第二探测臂在立柱上绕立柱轴向转动可调,使得本发明所提供的测量仪通用性较强,其适用于多种结构外形和尺寸的被测砂轮。而当测量两个中心孔尺寸相差不大的被测砂轮时,可以通过预紧弹簧来对锥面芯轴进行微调,使得同一个锥面芯轴可以适用于测量不同的被测砂轮。

[0037] 如图 1、图 5 所示,在本实施例中密珠轴的下端安装有用于检测密珠轴转动圈数的光电编码器,光电编码器通过角度检测电路实现对被测轴系的转动位置的监控,光电编码器的信号输出端通过传动线路与数据采集计算系统相连。同步电机驱动密珠轴转动一周后停转,此时测量第一探测臂和第二探测臂上的位移传感器的测头检测完成。

[0038] 在本实施例中采用光电编码器实现对密珠轴转动圈数的监测,具体实施时,可以选用其他结构如采用霍尔传感器来实现对密珠轴的转动圈数的检测,在密珠轴的一侧设置霍尔传感器,而在密珠轴上设置与霍尔传感器对应配合使用的强磁体,当密珠轴旋转一周时,霍尔传感器感应到强磁体转动一周,从而实现对密珠轴转动圈数的检测。

[0039] 如图 1、图 5 所示,在本实施例中,通过传输线路数据采集系统与本测量仪器主体相连,测量仪器主体的数据由第一位移传感器和第二位移传感器及光电编码器测得,数据采集计算系统包括通过传输线路与第一位移传感器及第二位移传感器相连的前置检测电路,前置检测电路为常用电路,前置检测电路将位移传感器所测得的信号进行转换、滤波、放大并输入 A / D 数据采集卡中,A / D 数据采集卡由计算机所控制,A / D 数据采集卡中是一个 A/D 数据转换电路,将所测得的模拟信号转换为计算机可以使用的数字信号;用于检测密珠轴转动圈数的光电编码器的信号输出端通过传输线路与 A/D 数据采集卡相连,A / D 数据采集卡的测量数据通过传输线路输入计算机中,由计算机对测量数据进行计算处理,计算机的信号输出端可以通过传动线路发出用于控制同步电机停电的控制信号。

[0040] 如图 1、图 2、图 3、图 4、图 5 所示,使用本发明中所提供的被测砂轮跳动测量仪测

量被测砂轮的端面圆跳动和径向圆跳动公差时,首先根据被测砂轮外径大小选定相应尺寸的托盘 9 锁紧固定在密珠轴的上端面处,把与被测砂轮 6 中心孔内径相匹配的锥面芯轴 8 套在内嵌轴 24 上,把被测砂轮 6 平放在托盘 9 上,此时被测砂轮 6 的中心孔要与锥面芯轴 8 插接配合,通过压盖 7 将被测砂轮 6 锁紧在托盘 9 上,然后将用于测量端面圆跳动的第一位移传感器 5 和用于测量径向圆跳动的第二位移传感器 17 分别调整接触到被测砂轮 6 的被测端面及被测圆周面上,启动同步电机 13 通过同步带 12 带动密珠轴、内嵌轴、托盘、被测砂轮旋转,两个位移传感器把测量到的信号传给前置检测电路,信号由前置检测电路进行转换、滤波、放大并输出至由计算机控制的 A/D 数据采集卡中,光电编码器安装在密珠轴的底部与密珠轴同步旋转,A/D 数据采集卡接受光电编码器的信号,当密珠轴旋转一周后计算机发出控制信号使得同步电机停转,把从 A/D 数据采集卡内传输来的测量数据进行计算、评定并描绘出传感器测量时的动态数据曲线,给出最后的测量结果,包括圆跳动的最大值和最小值。

[0041] 上述实施例仅是本发明的一种实施例形式,不应认为是对本发明保护范围的限制,凡是对本发明所提供的测量仪的局部结构作出本领域技术人员很容易想到的变形,都应当落入本发明的保护范围内。

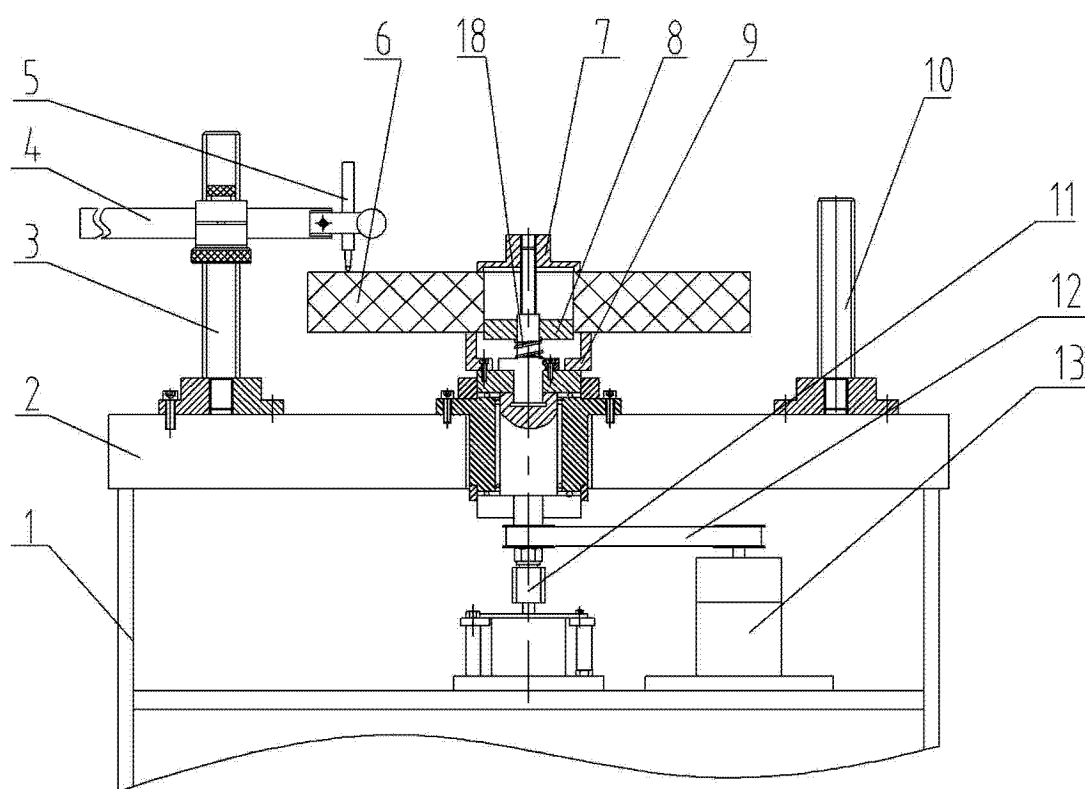


图 1

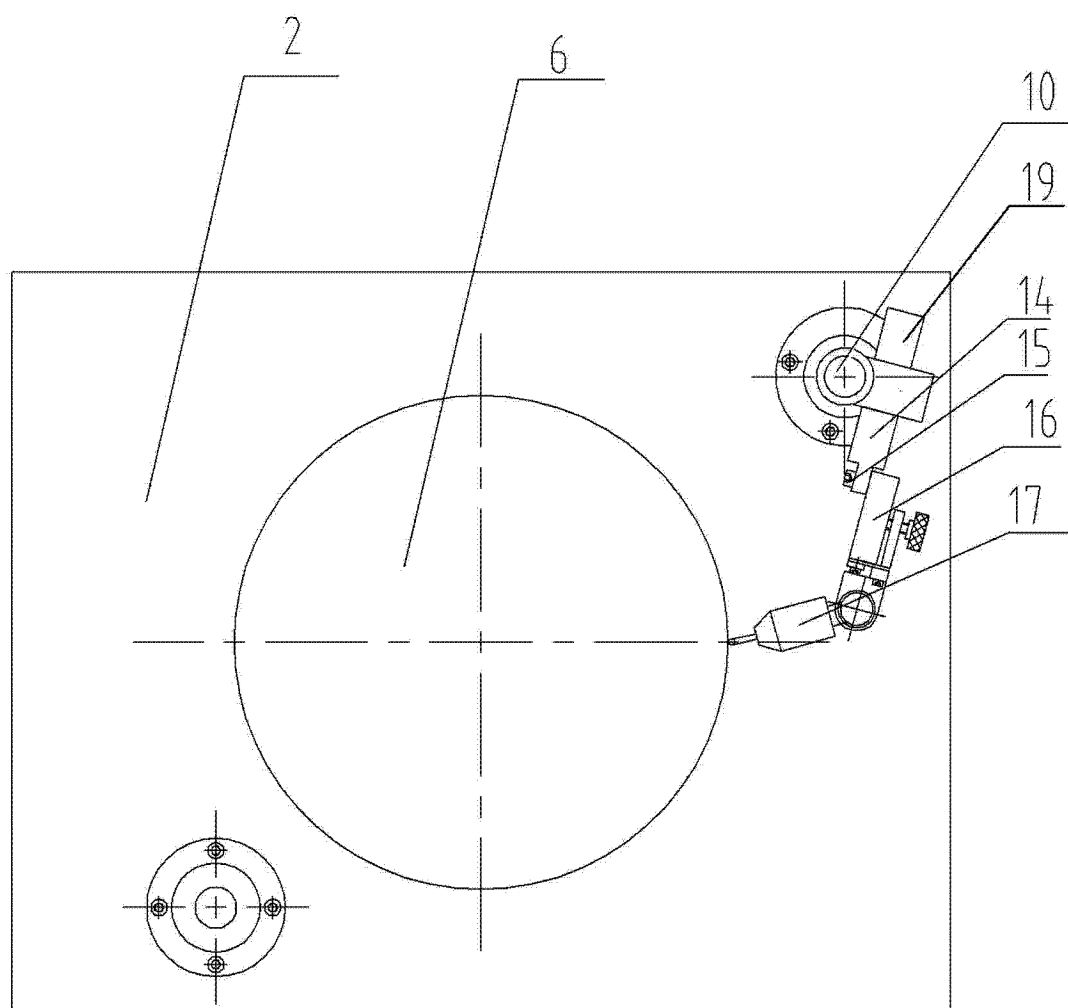


图 2

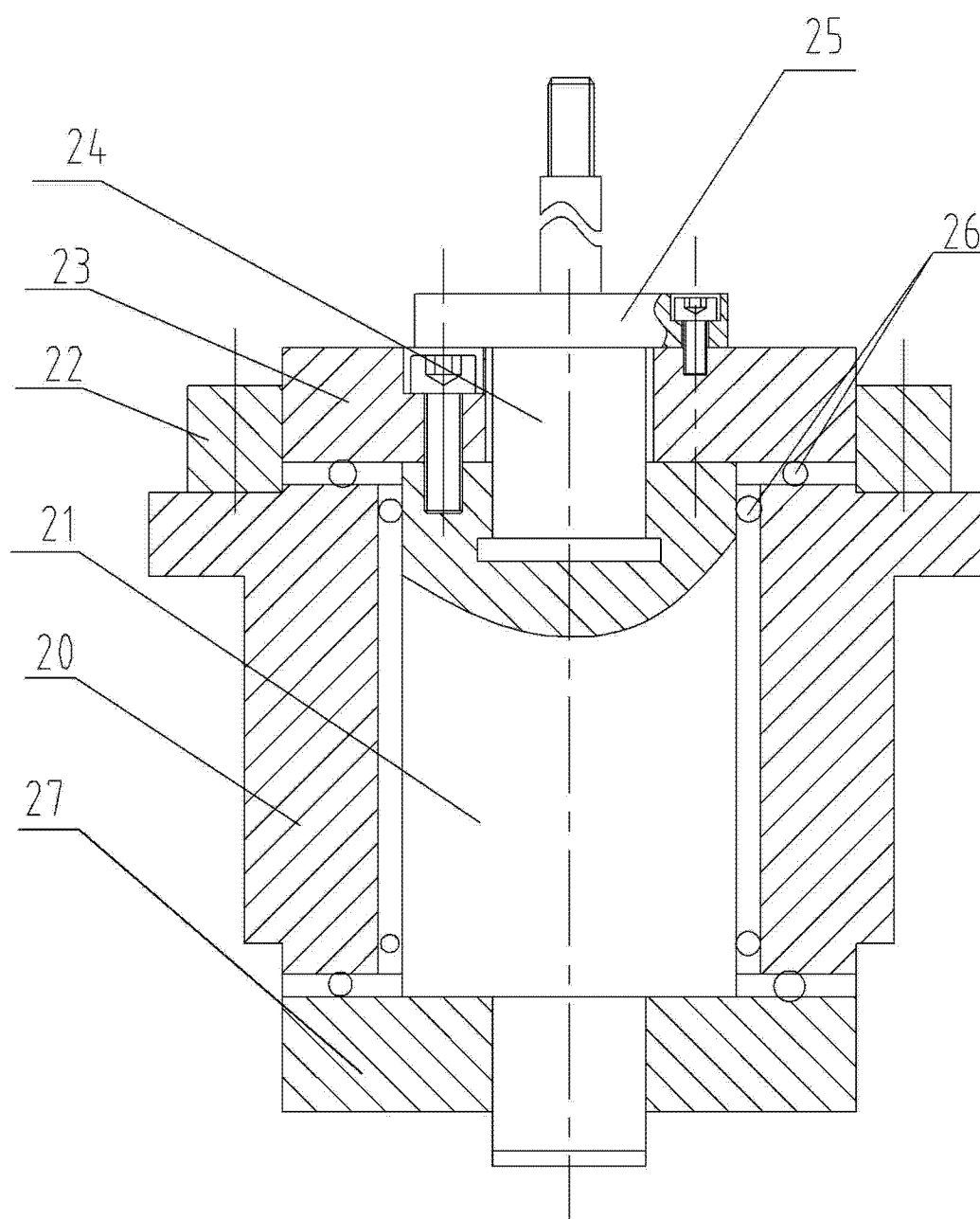


图 3

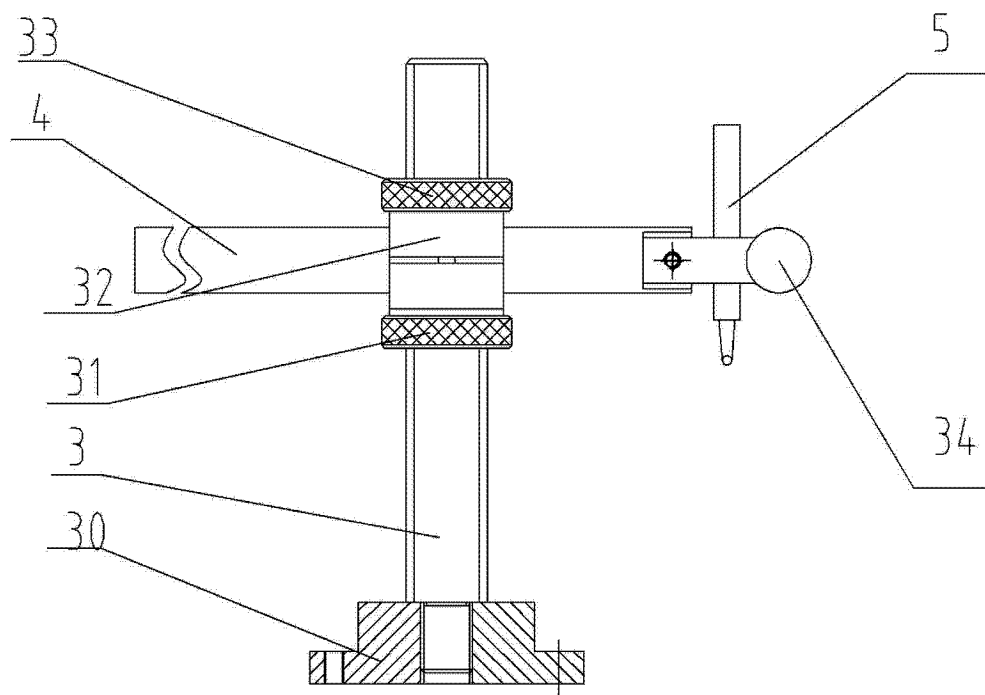


图 4

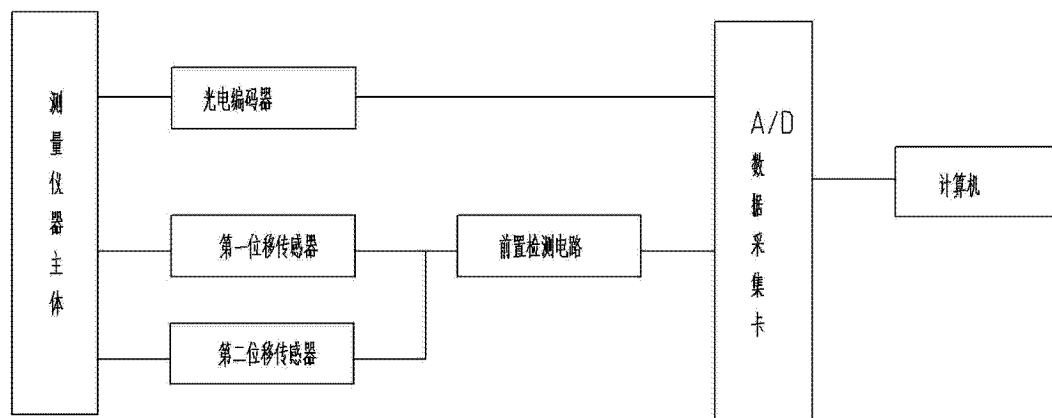


图 5