



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104198973 A

(43) 申请公布日 2014. 12. 10

(21) 申请号 201410451872. X

(22) 申请日 2014. 09. 05

(71) 申请人 中国船舶重工集团公司第七一五研究所

地址 310023 浙江省杭州市西湖区留下街道屏峰 715 号

申请人 杭州瑞声海洋仪器有限公司

(72) 发明人 赵瑜 邓瑞辉 黄成功 吴文福 张谨 邹鹏毅 郑军

(74) 专利代理机构 杭州九洲专利事务所有限公司 33101

代理人 陈继亮

(51) Int. Cl.

G01R 35/00 (2006. 01)

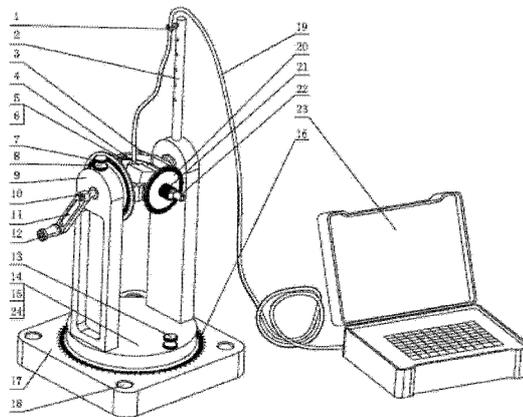
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

一种矢量磁力仪校准装置

(57) 摘要

本发明涉及一种矢量磁力仪校准装置, 主要包括矢量磁力仪、底座, 外环旋转装置、中环旋转装置和内环旋转装置, 内环旋转装置固定有矢量磁力仪; 矢量磁力仪固定在内环旋转面, 转动内环旋转轴使磁力仪进行单轴 360° 变换。转动中环旋转轴使磁力仪及内环一起进行 360° 变换, 内环旋转轴也能 360° 自由旋转。转动外环旋转轴使磁力仪及中环旋转面、内环旋转面一起进行 360° 姿态变换。本发明的有益效果为: 转动外环旋转轴的时候, 内环旋转轴和中环旋转轴也能 360° 自由旋转, 使磁力仪传感器具备三个自由度的姿态变换空间。在姿态变换的过程中, 采集设备实时记录磁力仪的磁场变化值, 为误差校准提供更真实的原始误差信息。



1. 一种矢量磁力仪校准装置,其特征在于:主要包括矢量磁力仪(4)、底座(17),外环旋转装置、中环旋转装置和内环旋转装置,其中内环旋转装置的正中央固定有矢量磁力仪(4),通过旋转外环旋转装置、中环旋转装置和内环旋转装置来改变矢量磁力仪(4)的姿态,在旋转的过程中对矢量磁力仪(4)数据进行采集记录;其中矢量磁力仪(4)通过信号传输线(19)与工控机(23)相连接;底座(17)上标有外环旋转轴刻度盘(16),外环旋转装置包括旋转支柱(9)、外环锁紧旋钮(13)、旋转面(14)、外环旋转轴(15)和固定圆盘(24),其中旋转支柱(9)垂直于旋转面(14),二者通过无磁性钛合金螺钉固定,旋转支柱(9)左右各有一个,旋转面(14)通过外环旋转轴(15)设置在底座(17)的滑槽中,外环旋转轴(15)通过固定圆盘(24)跟底座(17)的滑槽卡接;中环旋转装置包括中环旋转环(3)、刻度盘(7)、轴承锁紧旋钮(8)、旋转轴承(10)、旋转杆(11)和活动把手(12),其中中环旋转环(3)通过旋转轴承(10)安装在旋转支柱(9)顶端的圆孔中,中环旋转环(3)以中环旋转轴承(10)为中环旋转轴进行360°旋转,中环旋转轴承(10)平行于底座(17),并可以随外环在水平面上自由旋转;旋转杆(11)固定在中环旋转轴承(10)的一端上,活动把手(12)固定在中环旋转轴承(10)的另一端上,刻度盘(7)刚性固定在中环旋转环(3)的一端,用于指示旋转的刻度值;内环旋转装置包括内环旋转环(5)、磁力仪安装面(6)、刻度指示盘(20)、旋钮(21)和锁紧杆(22),内环旋转环(5)由内环旋转轴承安装在中环旋转环(3)的内侧,以内环旋转轴承为内环旋转轴进行360°旋转,并与中环旋转轴承(10)垂直,磁力仪安装面(6)通过钛合金螺钉固定在内环旋转环(5)上,并且磁力仪安装面(6)的正中间设有用于安装矢量磁力仪(4)的安装螺孔,刻度指示盘(20)用于指示内环旋转环旋转的角度;通过旋转旋钮(21)来转动内环旋转环(5),进而带动磁力仪安装面(6)上的矢量磁力仪(4)进行姿态变换;外环旋转轴与中环旋转轴相互垂直,中环旋转轴与内环旋转轴相互垂直,矢量磁力仪(4)位于外环旋转轴、中环旋转轴和内环旋转轴相交的一点。

2. 根据权利要求1所述的矢量磁力仪校准装置,其特征在于:所述的底座(17)上设有用于固定的底座通孔(18)。

3. 根据权利要求1所述的矢量磁力仪校准装置,其特征在于:所述的旋转支柱(9)上设有用于将信号传输线(19)引导至校准装置外侧的信号线牵引杆(2),信号线牵引杆(2)上设有用于夹紧信号传输线(19)的信号线牵引夹(1)。

4. 根据权利要求1所述的矢量磁力仪校准装置,其特征在于:所述的锁紧杆(22)安装在旋钮(21)内孔中,通过转动锁紧杆(22),进而通过锁紧杆(22)外壁的螺纹转动来促进锁紧杆(22)向前移动或向后移动,从而锁紧或松开内环旋转环(5)。

一种矢量磁力仪校准装置

技术领域

[0001] 本发明涉及校准装置,更确切地说,是一种矢量磁力仪校准装置。

背景技术

[0002] 三轴磁通门磁力仪能够测量空间地磁场的矢量(三分量)信息,并且在一定的条件下能够获取该坐标位置的大小和方向数据,因此相比于总场标量磁力仪而言,能够更加全面的描述环境磁场。基于三轴磁力仪的全张量系统、矢量梯度计在航磁测量、海洋磁测和磁性目标探测等方面的应用日益广泛。

[0003] 理论情况下,三轴磁通门磁力仪的三个单分量磁探头应该做到两两垂直,并满足正交坐标系准则。但是由于工艺水平及硬件校正程度的差别,三个磁探头安装角度会存在一定的角度误差,这会对合成总场带来误差影响。并且三通道采集电路的灵敏度问题和磁探头的零点偏移问题都会对磁场测量带来误差。

[0004] 为了更好的满足高精度磁测要求,需要对上述的误差进行校正。设探头理想坐标系和实际坐标系对应关系如下图 1 所示:坐标系 OXYZ 为理想坐标系,坐标系 $OX_1Y_1Z_1$ 为实际坐标系,其中平面 OXY 与平面 OX_1Y_1 共面,轴 OZ 与轴 OZ_1 重合,轴 OY_1 为矢量空间中的任意一轴,根据实际情况而定; $\angle a$ 为轴 OX 与轴 OX_1 之间的夹角, $\angle b$ 为轴 OY_1 与平面 OXY 之间的夹角, $\angle c$ 为轴 OY_1 在平面 OXY 上的投影 OY_2 与轴 OY 之间的夹角。

[0005] 为了对矢量磁力仪的不正交度等误差进行校正,目前国内外普遍采用软件方法进行校正处理,即将矢量磁力仪固定在环境磁场中,然后通过转动磁力仪传感器以获得不同姿态下的磁场数据,之后通过各种校准算法对获得的磁场数据进行误差校正,以得到校准后磁场矢量信息。然而在可以获取的文献资料中,对矢量磁力仪数据的获取往往都具有局限性,有的仅仅只有几十组数据,有的仅仅在水平面(或垂直面)上进行区域性的校准,有的在测试数据时仅仅在矢量空间中无目的的摆动磁力仪传感器,无法有针对性的全面反映出磁力仪的误差信息。

[0006] 文献《任意姿态变化下的磁通门传感器误差校正》中提出采用最小二乘法对磁通门传感器校正参数进行准确估计并校正该点转向差,文献提到校正点的转向差通过校准后能够减小到 25.8%。然而该文献用于校准的原始磁力仪数据仅仅只有 75 个,这些数据无法全面反映出矢量磁力仪的姿态信息,因此校准后的系数具有局限性,当矢量磁力仪变换到一个新的姿态时,该系数无法正确的反映出误差信息。

[0007] 文献《基于 FLANN 的三轴磁强计误差校正研究》中提出一种基于函数链接型神经网络(FLANN)的三轴磁强计误差修正方法。文献先对于三轴磁强计系统参数有关的测量进行详细分析和理论计算,然后设计矩阵形式的数学模型对该误差进行修正。文献中提到根据实际地磁场测量的数据,三轴磁强计的转向误差由 800nT 修正到 12nT 以下。然而文献中实际测量的数据只有 20 组,仅仅 20 组数据无法全面反映出三轴磁强计的不正交误差信息,因此也具有局限性。

[0008] 文献《三轴磁强计正交误差分析与校正》中对引起测量误差的不正交度问题和灵

敏度不一致问题进行了详细分析和理论计算,并在此基础上提出了三轴磁强计的正交变换,试验结果表明,文献中的方法可以把三轴磁强计正交度误差校正到 0.05° 一下。然而文献中用于校准的数据只有 40 组,同样无法全面反映出三轴磁强计的真实误差情况,因此也具有局限性。

发明内容

[0009] 本发明的目的就是为了解决上述现有技术中存在的问题,而提供一种矢量磁力仪校准装置,采用全方位三自由度无磁性旋转装置,矢量磁力仪在校准过程中,可以实现全方位采集矢量空间中任意姿态下的磁数据,为矢量磁力仪的不正交度校准提供完全、高效和精确的硬件支持。

[0010] 本发明的目的是通过如下技术方案来完成的。这种矢量磁力仪校准装置,主要包括矢量磁力仪、底座,外环旋转装置、中环旋转装置和内环旋转装置,其中内环旋转装置的正中央固定有矢量磁力仪,通过旋转外环旋转装置、中环旋转装置和内环旋转装置来改变矢量磁力仪的姿态,在旋转的过程中对矢量磁力仪数据进行采集记录;其中矢量磁力仪通过信号传输线与工控机相连接;底座上标有外环旋转轴刻度盘,外环旋转装置包括旋转支柱、外环锁紧旋钮、旋转面、外环旋转轴和固定圆盘,其中旋转支柱垂直于旋转面,二者通过无磁性钛合金螺钉固定,旋转支柱左右各有一个,旋转面通过外环旋转轴设置在底座的滑槽中,外环旋转轴通过固定圆盘跟底座的滑槽卡接;中环旋转装置包括中环旋转环、刻度盘、轴承锁紧旋钮、旋转轴承、旋转杆和活动把手,其中中环旋转环通过旋转轴承安装在旋转支柱顶端的圆孔中,中环旋转环以中环旋转轴承为中环旋转轴进行 360° 旋转,中环旋转轴承平行于底座,并可以随外环在水平面上自由旋转;旋转杆固定在中环旋转轴承的一端上,活动把手固定在中环旋转轴承的另一端上,刻度盘刚性固定在中环旋转环的一端,用于指示旋转的刻度值;内环旋转装置包括内环旋转环、磁力仪安装面、刻度指示盘、旋钮和锁紧杆,内环旋转环由内环旋转轴承安装在中环旋转环的内侧,以内环旋转轴承为内环旋转轴进行 360° 旋转,并与中环旋转轴承垂直,磁力仪安装面通过钛合金螺钉固定在内环旋转环上,并且磁力仪安装面的正中间设有用于安装矢量磁力仪的安装螺孔,刻度指示盘用于指示内环旋转环旋转的角度;通过旋转旋钮来转动内环旋转环,进而带动磁力仪安装面上的矢量磁力仪进行姿态变换;外环旋转轴与中环旋转轴相互垂直,中环旋转轴与内环旋转轴相互垂直,矢量磁力仪位于外环旋转轴、中环旋转轴和内环旋转轴相交的一点。

[0011] 所述的底座上设有用于固定的底座通孔。

[0012] 所述的旋转支柱上设有用于将信号传输线引导至校准装置外侧的信号线牵引杆,信号线牵引杆上设有用于夹紧信号传输线的信号线牵引夹。

[0013] 所述的锁紧杆安装在旋钮内孔中,通过转动锁紧杆,进而通过锁紧杆外壁的螺纹转动来促进锁紧杆向前移动或向后移动,从而锁紧或松开内环旋转环。

[0014] 本发明的有益效果为:矢量磁力仪通过无磁性钛合金螺钉固定在内环旋转面正中央,转动内环旋转轴使磁力仪在矢量空间中该点处进行单轴 360° 姿态变换,磁力仪旋转的过程中,设备实时记录磁力仪的磁场变化值。转动中环旋转轴使磁力仪以及固定磁力仪的内环一起进行 360° 姿态变换,与此同时,转动中环旋转轴的时候,内环旋转轴也能 360° 自由旋转,使磁力仪传感器具备两个自由度的姿态变换空间。转动外环旋转轴使磁力仪以

及中环旋转面、内环旋转面一起进行 360° 姿态变换,于此同时,转动外环旋转轴的时候,内环旋转轴和中环旋转轴也能 360° 自由旋转,使磁力仪传感器具备三个自由度的姿态变换空间,具备矢量空间全自由度无死角变换。在姿态变换的过程中,采集设备实时记录磁力仪的磁场变化值,从而更加全面、高效、无干扰的采集磁场数据,为误差校准提供更真实的原始误差信息。

附图说明

[0015] 图 1 为理想坐标系与实际坐标系对应关系图。

[0016] 图 2 为矢量磁力仪校准装置总体示意图;

[0017] 图 3 为矢量磁力仪校准装置正视结构框图;

[0018] 图 4 为矢量磁力仪校准装置右视结构框图;

[0019] 图 5 为矢量磁力仪校准装置俯视结构框图。

[0020] 附图中的标号分别为:信号线牵引夹 1,信号线牵引杆 2,中环旋转环 3,矢量磁力仪 4,内环旋转环 5,磁力仪安装面 6,刻度盘 7,轴承锁紧旋钮 8,旋转支柱 9,中环旋转轴承 10,旋转杆 11,活动把手 12,外环锁紧旋钮 13,旋转面 14,外环旋转轴 15,聚乙烯底座 17,底座通孔 18,信号传输线 19,刻度指示盘 20,旋钮 21,锁紧杆 22,工控机 23,固定圆盘 24。

具体实施方式

[0021] 下面结合附图和实施例对本发明做进一步说明:

[0022] 如图所示,这种矢量(三分量)磁力仪校准装置,该校准装置由完全无磁性的聚乙烯材料制成,各零件之间由无磁性的钛合金螺钉固定,确保磁力仪在校准实验中不会受到本身磁性干扰。主要包括矢量磁力仪 4、底座 17,外环旋转装置、中环旋转装置和内环旋转装置,其中内环旋转装置的正中央固定有矢量磁力仪 4,通过旋转外环旋转装置、中环旋转装置和内环旋转装置来改变矢量磁力仪 4 的姿态,矢量磁力仪校准装置总体示意图如图 2 所示,其中磁力仪 4 为需要校准的矢量磁力仪,工控机 23 为数据采集装置,内置数据采集软件,当校准装置旋转的时候,内置数据采集软件实时采集矢量磁力仪 4 的数据。矢量磁力仪 4 通过信号传输线 19 连接到工控机 23 上,并且工控机 23 给矢量磁力仪 4 提供稳压电源,信号传输线 19 长度可达 50m,以确保工控机 23 尽量远离校准装置,从而避免工控机 23 对校准装置的磁性干扰。底座 17 上标有外环旋转轴刻度盘 16,以指示外环旋转的刻度,刻度精度为 1°。底座 17 通过底座通孔 18 固定在平台上,确保整个校准装置在试验过程中不会随意移动。

[0023] 外环旋转装置包括旋转支柱 9、外环锁紧旋钮 13、旋转面 14、外环旋转轴 15 和固定圆盘 24,其中旋转支柱 9 垂直于旋转面 14,二者通过无磁性钛合金螺钉固定,旋转支柱 9 左右各有一个,为整个校准装置的支柱。旋转面 14 通过外环旋转轴 15 设置在底座 17 的滑槽中,外环旋转轴 15 通过固定圆盘 24 跟底座 17 的滑槽卡接,以确保旋转面 14 不会脱离底座 17,同时能够 360° 自由旋转,外旋转轴垂直于底座 17。外环锁紧旋钮 13 起到固定旋转面 14 的作用,当固定旋转面 14 转动到一定的角度,可以通过外环锁紧旋钮 13 将旋转面 14 固定在底座 17 上。

[0024] 中环旋转装置包括中环旋转环 3、刻度盘 7、轴承锁紧旋钮 8、旋转轴承 10、旋转杆

11 和活动把手 12, 其中中环旋转环 3 通过旋转轴承 10 安装在旋转支柱 9 顶端的圆孔中, 中环旋转环 3 以中环旋转轴承 10 为中环旋转轴进行 360° 旋转, 中环旋转轴承 10 平行于底座 17, 并可以随外环在水平面上自由旋转; 旋转杆 11 固定在中环旋转轴承 10 的一端上, 活动把手 12 固定在中环旋转轴承 10 的另一端上, 并且活动把手 12 可以绕自身旋转轴自由旋转, 便于人员操作。通过转动活动把手 12, 可以带动中环旋转环 3 以旋转轴承 10 为中心进行旋转。旋转杆 11 有一定的长度, 以确保在旋转的过程中姿态数据的稳定均匀; 刻度盘 7 刚性固定在中环旋转环 3 的一端, 用于指示旋转的刻度值。轴承锁紧旋钮 8 用于锁紧旋转轴承 10, 以确保中环旋转环 3 能够固定在任意一旋转角上。

[0025] 内环旋转装置包括内环旋转环 5、磁力仪安装面 6、刻度指示盘 20、旋钮 21、锁紧杆 22, 内环旋转环 5 由内环旋转轴承安装在中环旋转环 3 的内侧, 以内环旋转轴承为内环旋转轴进行 360° 旋转, 并与中环旋转轴承 10 垂直, 磁力仪安装面 6 通过钛合金螺钉固定在内环旋转环 5 上, 并且磁力仪安装面 6 的正中间设有用于安装矢量磁力仪 4 的四个安装螺孔, 刻度指示盘 20 用于指示内环旋转环旋转的角度; 旋钮 21 为人员操作旋钮, 通过旋转旋钮 21 来转动内环旋转环 5, 进而带动磁力仪安装面 6 上的矢量磁力仪 4 进行姿态变换。所述的锁紧杆 22 安装在旋钮 21 内孔中, 通过转动锁紧杆 22, 进而通过锁紧杆 22 外壁的螺纹转动来促进锁紧杆 22 向前移动或向后移动, 从而锁紧或松开内环旋转环 5。信号线牵引杆 2 用于将磁力仪信号线引导至装置外侧, 避免试验过程中信号线缠绕至装置外侧而导致试验的中断; 信号线牵引夹 1 用于夹紧磁力仪信号线, 辅助信号线的外引, 并且信号线牵引夹 1 可以根据试验需要, 在信号线牵引杆 2 上的固定螺纹孔上自由安装。

[0026] 外环旋转轴与中环旋转轴相互垂直, 中环旋转轴与内环旋转轴相互垂直, 矢量磁力仪 4 位于外环旋转轴、中环旋转轴和内环旋转轴相交的一点, 确保校准过程中磁力仪始终位于矢量空间中的一点, 从而避免环境梯度的干扰影响。校准过程中, 各环都能够 360° 自由旋转, 确保矢量磁力仪可以采集到矢量空间中该点处任意姿态下的磁数据, 避免出现校准数据的不完整, 为矢量磁力仪的不正交度校准提供完全、高效和精确的硬件支持。

[0027] 矢量磁力仪校准装置可以在地磁矢量空间全方位旋转, 为矢量磁力仪的误差校正提供一个稳定、全面、无干扰的数据采集装置。采用无磁性聚乙烯材料和钛合金材料, 可以确保三分量磁数据的纯净度, 而无须担心外界磁干扰的引入。可以避免采用手动等原始方式来改变矢量磁力仪的姿态, 而导致矢量磁力仪的抖动引起的动态响应误差。可以将矢量磁力仪固定在矢量空间中的一点, 即使传感器姿态变换时也不会移动, 从而避免了人为手动操作导致矢量磁力仪位置移动而引入磁梯度的干扰。具有三个自由转向面, 各转向面都能 360° 自由旋转, 从而保证矢量磁力仪在姿态变换时不会出现转向死角, 而避免了人为手动转向的随机性和偶然性。可以适用各种尺寸的矢量磁力仪, 根据矢量磁力仪尺寸的要求而灵活安装。

[0028] 除上述实施例外, 本发明还可以有其他实施方式, 凡采用等同替换或等效变换形成的技术方案, 均落在本发明要求的保护范围。

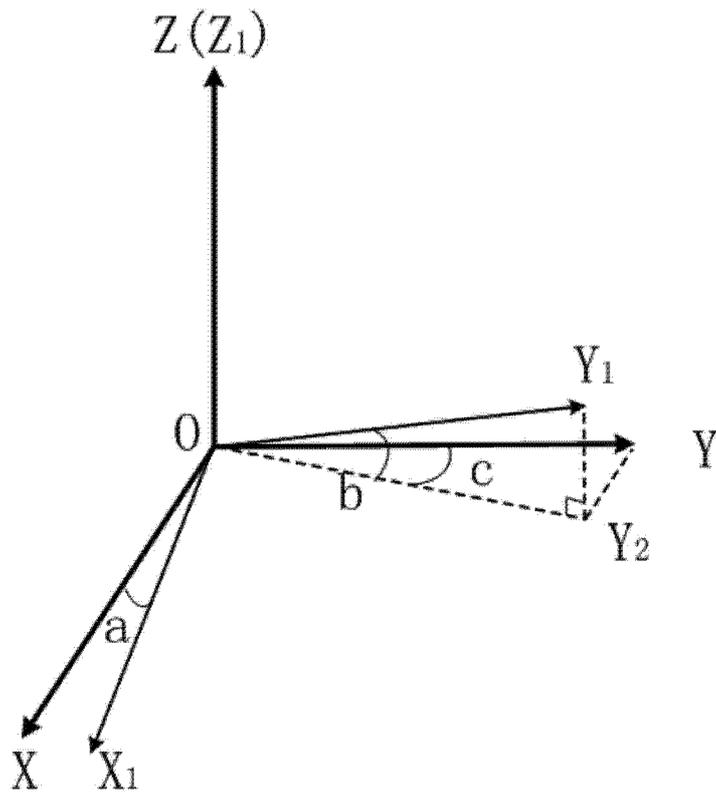


图 1

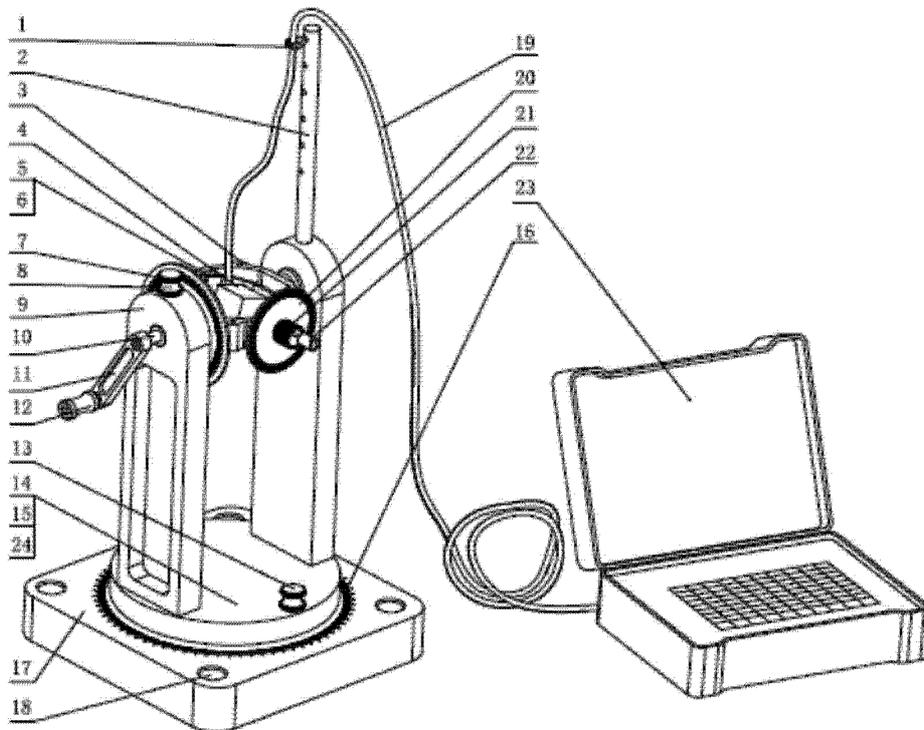


图 2

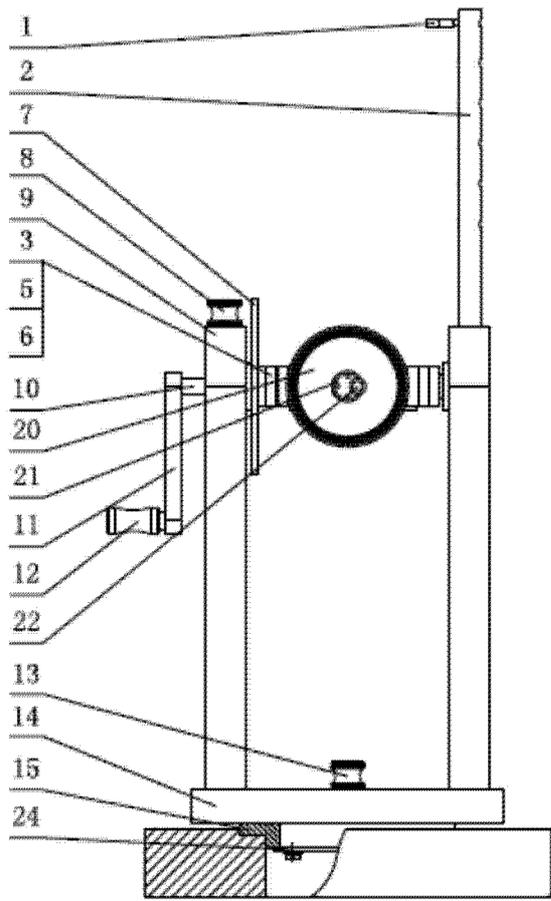


图 3

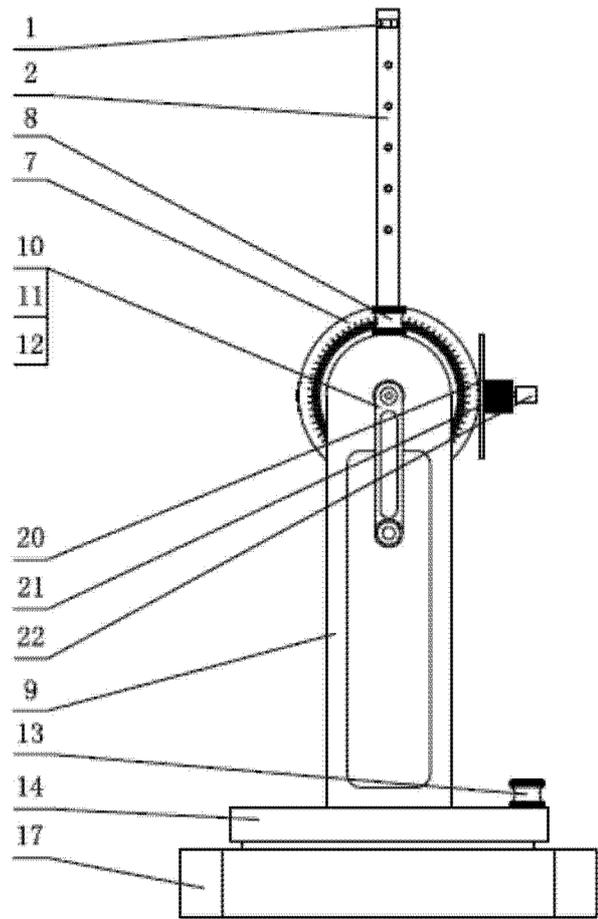


图 4

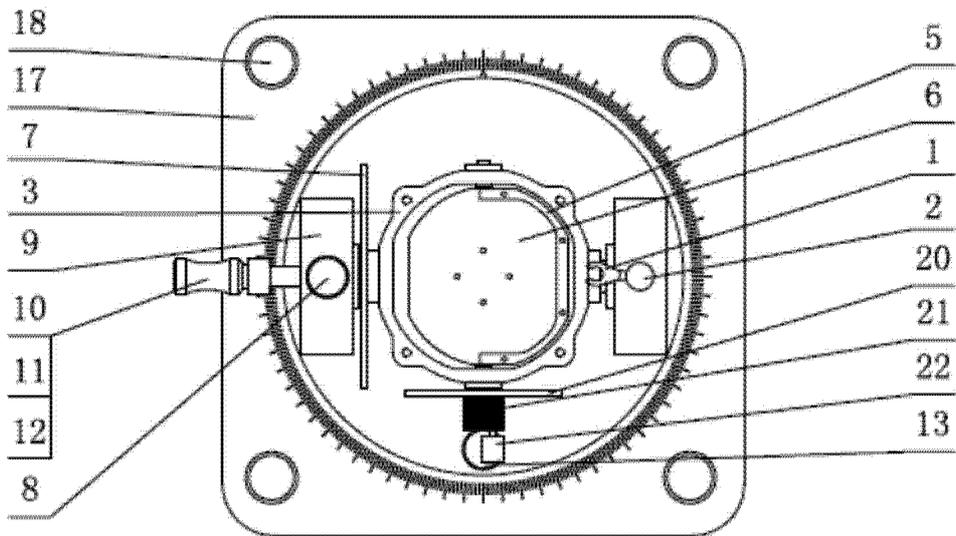


图 5