



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 107228649 B

(45) 授权公告日 2023.06.20

(21) 申请号 201710592311.5

(22) 申请日 2017.07.19

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107228649 A

(43) 申请公布日 2017.10.03

(73) 专利权人 中国地震局地球物理研究所
地址 100081 北京市海淀区民族大学南路5号

(72) 发明人 滕云田 张策 张涛 范晓勇
王晓美

(74) 专利代理机构 北京市盛峰律师事务所
11337
专利代理师 席小东

(51) Int. Cl.
G01C 1/02 (2006.01)

(56) 对比文件

- CN 206919875 U, 2018.01.23
- CN 202361980 U, 2012.08.01
- CN 101014829 A, 2007.08.08
- DE 202014008041 U1, 2014.11.03
- GB 0008400 D0, 2000.05.24

审查员 田静怡

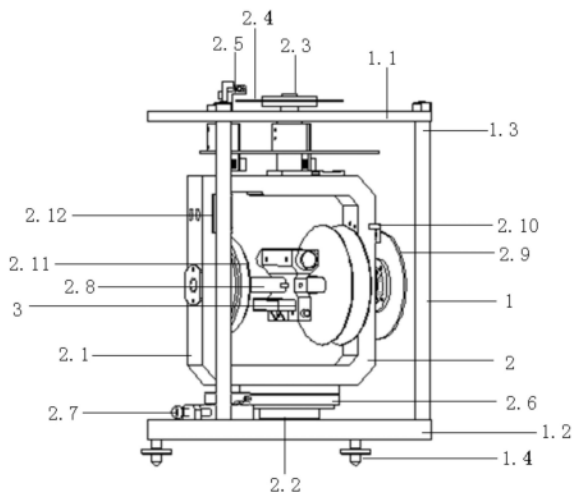
权利要求书2页 说明书9页 附图8页

(54) 发明名称

一种用于绝对地磁观测的自动化磁通门经纬仪

(57) 摘要

本发明提供一种用于绝对地磁观测的自动化磁通门经纬仪,包括:支撑机构(1)、二维无磁旋转机构(2)、测量单元(3)以及总控制器;所述二维无磁旋转机构(2)包括水平无磁旋转单元和垂直无磁旋转单元;所述测量单元(3)包括:平行支架(3.1)、激光器(3.2)、单分量磁通门探头(3.3)和电子水平传感器(3.4)。优点为:磁通门经纬仪中引入了激光器,保证对准标志物的精确度;可自动高精度实现单分量磁通门探头的水平旋转和垂直旋转,最终实现地磁偏角D和地磁倾角I的自动高精度测量。



1. 一种用于绝对地磁观测的自动化磁通门经纬仪,其特征在于,包括:支撑机构(1)、二维无磁旋转机构(2)、测量单元(3)以及总控制器;

其中,所述支撑机构(1)包括上面板(1.1)、下面板(1.2)和立柱(1.3);所述上面板(1.1)和所述下面板(1.2)上下对称水平布置;所述立柱(1.3)的设置数量为至少两个,固定安装于所述上面板(1.1)和所述下面板(1.2)之间;

所述二维无磁旋转机构(2)包括水平无磁旋转单元和垂直无磁旋转单元;所述水平无磁旋转单元用于使所述测量单元(3)在水平空间中旋转,包括:无磁轴框(2.1)、第1竖轴(2.2)、第2竖轴(2.3)、第1圆光栅码盘(2.4)、第1激光读数头(2.5)、第1压电陶瓷环(2.6)和第1压电电机(2.7);

所述无磁轴框(2.1)垂直布置,所述无磁轴框(2.1)的底部中心和顶部中心各固定安装所述第1竖轴(2.2)和所述第2竖轴(2.3);其中,所述第1竖轴(2.2)的底部通过轴承可转动安装于所述下面板(1.2)的中心位置;所述第1压电陶瓷环(2.6)位于所述下面板(1.2)的上方,且使所述第1压电陶瓷环(2.6)的中心固定套设于所述第2竖轴(2.3)上,所述第1压电电机(2.7)固定安装于所述下面板(1.2)的上表面,并且,所述第1压电电机(2.7)的输出端与所述第1压电陶瓷环(2.6)的表面紧密接触,所述第1压电电机(2.7)通过所述第1压电陶瓷环(2.6)带动所述第2竖轴(2.3)在水平空间中旋转,进而带动所述无磁轴框(2.1)在水平空间中旋转;所述第2竖轴(2.3)的顶部通过轴承可转动安装于所述上面板(1.1)的中心位置并延伸到所述上面板(1.1)的上方;所述第1圆光栅码盘(2.4)位于所述上面板(1.1)的上方,并且,所述第1圆光栅码盘(2.4)的中心与所述第2竖轴(2.3)固定连接,所述第1激光读数头(2.5)与所述第1圆光栅码盘(2.4)连接,用于读取所述第1圆光栅码盘(2.4)测得的旋转角度值;

所述垂直无磁旋转单元包括横轴(2.8)、第2圆光栅码盘(2.9)、第2激光读数头(2.10)、第2压电陶瓷环(2.11)和第2压电电机(2.12);所述横轴(2.8)水平布置于所述无磁轴框(2.1)的左侧纵梁和右侧纵梁之间,并且,所述横轴(2.8)的右端通过轴承可转动安装于所述右侧纵梁的中心;所述第2压电陶瓷环(2.11)位于所述右侧纵梁的内侧,且使所述第2压电陶瓷环(2.11)的中心固定套设于所述横轴(2.8)的右端,所述第2压电电机(2.12)固定安装于所述右侧纵梁的内侧,并且,所述第2压电电机(2.12)的输出端与所述第2压电陶瓷环(2.11)的表面紧密接触,所述第2压电电机(2.12)通过所述第2压电陶瓷环(2.11)带动所述横轴(2.8)在垂直空间中旋转;所述横轴(2.8)的左端通过轴承可转动安装于所述左侧纵梁的中心位置并延伸到所述左侧纵梁的外侧;所述第2圆光栅码盘(2.9)位于所述左侧纵梁的外部,并且,所述第2圆光栅码盘(2.9)的中心与所述横轴(2.8)的左端固定连接,所述第2激光读数头(2.10)与所述第2圆光栅码盘(2.9)连接,用于读取所述第2圆光栅码盘(2.9)测得的旋转角度值;

所述测量单元(3)包括:平行支架(3.1)、激光器(3.2)、单分量磁通门探头(3.3)和电子水平传感器(3.4);所述平行支架(3.1)的几何中心开设有与所述横轴(2.8)相匹配的安装孔;所述平行支架(3.1)通过所述安装孔固定安装于所述横轴(2.8)的中心;所述平行支架(3.1)的上下端各安装所述激光器(3.2)和所述单分量磁通门探头(3.3);所述激光器(3.2)和所述单分量磁通门探头(3.3)平行设置;所述平行支架(3.1)的侧面固定安装所述电子水平传感器(3.4);

所述总控制器分别与所述第1激光读数头(2.5)、所述第1压电电机(2.7)、所述第2激光读数头(2.10)、所述第2压电电机(2.12)、所述激光器(3.2)、所述单分量磁通门探头(3.3)和所述电子水平传感器(3.4)电性连接;

其中,所述支撑机构(1)还包括调整螺丝(1.4);所述调整螺丝(1.4)的设置数量为3个,等间距固定安装于所述下面板(1.2)的底部;

其中,还包括:标志物位置传感器和数据采集器;所述标志物位置传感器通过所述数据采集器连接到所述总控制器。

2.根据权利要求1所述的用于绝对地磁观测的自动化磁通门经纬仪,其特征在于,所述标志物位置传感器为基于PSD传感器的位置测量装置,包括外壳体(4.1)、分束镜(4.2)、反射镜(4.3)和PSD位置传感器(4.4);

所述外壳体(4.1)为前端开口的空腔结构;所述分束镜(4.2)倾斜固定于所述外壳体(4.1)的内部,并且,所述分束镜(4.2)的分光面与轴线呈45度夹角;所述分束镜(4.2)的分光面的中心线为中心线A,中心线A与所述外壳体(4.1)的前端开口连通;在所述外壳体(4.1)的后端内壁且位于所述分束镜(4.2)的通过中心线A的透射光路上,固定安装所述PSD位置传感器(4.4);

所述反射镜(4.3)倾斜固定于所述外壳体(4.1)的底壁,所述反射镜(4.3)的反射面与所述分束镜(4.2)的分光面平行设置,并且,所述反射镜(4.3)的反射面中心线为中心线B,中心线B位于中心线A的正下方,因此,水平入射到反射镜(4.3)的中心线B的激光,经反射镜(4.3)向上反射作用后,垂直入射到分束镜(4.2)的中心线A的位置,再经分束镜(4.2)的反射后,水平入射到PSD位置传感器(4.4),由PSD位置传感器(4.4)检测最初入射激光在水平面的方位。

3.根据权利要求2所述的用于绝对地磁观测的自动化磁通门经纬仪,其特征在于,所述反射镜(4.3)到所述分束镜(4.2)的垂直距离可调节;

还包括分束镜支撑框架(4.6);所述分束镜(4.2)通过所述分束镜支撑框架(4.6),固定于所述外壳体(4.1)的内腔;

在所述外壳体(4.1)的顶部且位于所述分束镜(4.2)的通过中心线A的反射光路上,开设有透光孔(4.7)。

一种用于绝对地磁观测的自动化磁通门经纬仪

技术领域

[0001] 本发明属于地磁观测技术领域,具体涉及一种用于绝对地磁观测的自动化磁通门经纬仪。

背景技术

[0002] 磁通门经纬仪是用于测量绝对地磁参数的仪器,一般包括磁通门传感器以及普通经纬仪;普通经纬仪配置有望远镜。磁通门传感器固定在望远镜上,并且,磁通门传感器的磁轴基本与望远镜光轴平行。磁通门经纬仪可测量到地磁偏角 D 和地磁倾角 I 。以地磁偏角 D 的测量为例,其测量原理为:首先手动转动望远镜,并依靠肉眼观察,使望远镜对准标志物,此时通过经纬仪刻度得到标志方位角 α ;然后,在水平面内继续手动转动磁通门传感器,直到磁通门传感器测出的磁场为0时,即为地磁水平强度 H 的垂直方向,此时经纬仪水平读盘读数为 β ,因此, $\beta+90^\circ$ 即为地磁北方向 m ;再借助标志方位角 α ,即可计算得到地磁偏角 D 。

[0003] 上述依靠磁通门经纬仪测量地磁偏角 D 和地磁倾角 I 的方法,存在以下不足:

[0004] (1) 采用肉眼观察方法使望远镜对准标志物,不可避免存在较大的观察误差,从而降低了最终测量得到的地磁偏角 D 和地磁倾角 I 的测量精度;

[0005] (2) 手动转动磁通门传感器,并依靠肉眼观察确定磁场为0的位置,仍然不可避免存在较大的观察误差,进而降低了测量精度。

发明内容

[0006] 针对现有技术存在的缺陷,本发明提供一种用于绝对地磁观测的自动化磁通门经纬仪,可有效解决上述问题。

[0007] 本发明采用的技术方案如下:

[0008] 本发明提供一种用于绝对地磁观测的自动化磁通门经纬仪,包括:支撑机构(1)、二维无磁旋转机构(2)、测量单元(3)以及总控制器;

[0009] 其中,所述支撑机构(1)包括上面板(1.1)、下面板(1.2)和立柱(1.3);所述上面板(1.1)和所述下面板(1.2)上下对称水平布置;所述立柱(1.3)的设置数量为至少两个,固定安装于所述上面板(1.1)和所述下面板(1.2)之间;

[0010] 所述二维无磁旋转机构(2)包括水平无磁旋转单元和垂直无磁旋转单元;所述水平无磁旋转单元用于使所述测量单元(3)在水平空间中旋转,包括:无磁轴框(2.1)、第1竖轴(2.2)、第2竖轴(2.3)、第1圆光栅码盘(2.4)、第1激光读数头(2.5)、第1压电陶瓷环(2.6)和第1压电电机(2.7);

[0011] 所述无磁轴框(2.1)垂直布置,所述无磁轴框(2.1)的底部中心和顶部中心各固定安装所述第1竖轴(2.2)和所述第2竖轴(2.3);其中,所述第1竖轴(2.2)的底部通过轴承可转动安装于所述下面板(1.2)的中心位置;所述第1压电陶瓷环(2.6)位于所述下面板(1.2)的上方,且使所述第1压电陶瓷环(2.6)的中心固定套设于所述第2竖轴(2.3)上,所述第1压电电机(2.7)固定安装于所述下面板(1.2)的上表面,并且,所述第1压电电机(2.7)的输出

端与所述第1压电陶瓷环(2.6)的表面紧密接触,所述第1压电电机(2.7)通过所述第1压电陶瓷环(2.6)带动所述第2竖轴(2.3)在水平空间中旋转,进而带动所述无磁轴框(2.1)在水平空间中旋转;所述第2竖轴(2.3)的顶部通过轴承可转动安装于所述上面板(1.1)的中心位置并延伸到所述上面板(1.1)的上方;所述第1圆光栅码盘(2.4)位于所述上面板(1.1)的上方,并且,所述第1圆光栅码盘(2.4)的中心与所述第2竖轴(2.3)固定连接,所述第1激光读数头(2.5)与所述第1圆光栅码盘(2.4)连接,用于读取所述第1圆光栅码盘(2.4)测得的旋转角度值;

[0012] 所述垂直无磁旋转单元包括横轴(2.8)、第2圆光栅码盘(2.9)、第2激光读数头(2.10)、第2压电陶瓷环(2.11)和第2压电电机(2.12);所述横轴(2.8)水平布置于所述无磁轴框(2.1)的左侧纵梁和右侧纵梁之间,并且,所述横轴(2.8)的右端通过轴承可转动安装于所述右侧纵梁的中心;所述第2压电陶瓷环(2.11)位于所述右侧纵梁的内侧,且使所述第2压电陶瓷环(2.11)的中心固定套设于所述横轴(2.8)的右端,所述第2压电电机(2.12)固定安装于所述右侧纵梁的内侧,并且,所述第2压电电机(2.12)的输出端与所述第2压电陶瓷环(2.11)的表面紧密接触,所述第2压电电机(2.12)通过所述第2压电陶瓷环(2.11)带动所述横轴(2.8)在垂直空间中旋转;所述横轴(2.8)的左端通过轴承可转动安装于所述左侧纵梁的中心位置并延伸到所述左侧纵梁的外侧;所述第2圆光栅码盘(2.9)位于所述左侧纵梁的外部,并且,所述第2圆光栅码盘(2.9)的中心与所述横轴(2.8)的左端固定连接,所述第2激光读数头(2.10)与所述第2圆光栅码盘(2.9)连接,用于读取所述第2圆光栅码盘(2.9)测得的旋转角度值;

[0013] 所述测量单元(3)包括:平行支架(3.1)、激光器(3.2)、单分量磁通门探头(3.3)和电子水平传感器(3.4);所述平行支架(3.1)的几何中心开设有与所述横轴(2.8)相匹配的安装孔;所述平行支架(3.1)通过所述安装孔固定安装于所述横轴(2.8)的中心;所述平行支架(3.1)的上下两端安装有平行设置的所述激光器(3.2)和所述单分量磁通门探头(3.3);所述平行支架(3.1)的侧面固定安装所述电子水平传感器(3.4);

[0014] 所述总控制器分别与所述第1激光读数头(2.5)、所述第1压电电机(2.7)、所述第2激光读数头(2.10)、所述第2压电电机(2.12)、所述激光器(3.2)、所述单分量磁通门探头(3.3)和所述电子水平传感器(3.4)电性连接。

[0015] 优选的,所述支撑机构(1)还包括调整螺丝(1.4);所述调整螺丝(1.4)的设置数量为3个,等间距固定安装于所述下面板(1.2)的底部。

[0016] 优选的,还包括:标志物位置传感器和数据采集器;所述标志物位置传感器通过所述数据采集器连接到所述总控制器。

[0017] 优选的,所述标志物位置传感器为基于PSD传感器的位置测量装置,包括外壳体(4.1)、分束镜(4.2)、反射镜(4.3)和PSD位置传感器(4.4);

[0018] 所述外壳体(4.1)为前端开口的空腔结构;所述分束镜(4.2)倾斜固定于所述外壳体(4.1)的内部,并且,所述分束镜(4.2)的分光面与轴线呈45度夹角;所述分束镜(4.2)的分光面的中心线为中心线A,中心线A与所述外壳体(4.1)的前端开口连通;在所述外壳体(4.1)的后端内壁且位于所述分束镜(4.2)的通过中心线A的透射光路上,固定安装所述PSD位置传感器(4.4);

[0019] 所述反射镜(4.3)倾斜固定于所述外壳体(4.1)的底壁,所述反射镜(4.3)的反射

面与所述分束镜(4.2)的分光面平行设置,并且,所述反射镜(4.3)的反射面中心线为中心线B,中心线B位于中心线A的正下方,因此,水平入射到反射镜(4.3)的中心线B的激光,经反射镜(4.3)向上反射作用后,垂直入射到分束镜(4.2)的中心线A的位置,再经分束镜(4.2)的反射后,水平入射到PSD位置传感器(4.4),由PSD位置传感器(4.4)检测最初入射激光在水平面的方位。

[0020] 优选的,所述反射镜(4.3)到所述分束镜(4.2)的垂直距离可调节;

[0021] 还包括分束镜支撑框架(4.6);所述分束镜(4.2)通过所述分束镜支撑框架(4.6),固定于所述外壳体(4.1)的内腔;

[0022] 在所述外壳体(4.1)的顶部且位于所述分束镜(4.2)的通过中心线A的反射光路上,开设有透光孔(4.7)。

[0023] 本发明提供的用于绝对地磁观测的自动化磁通门经纬仪具有以下优点:

[0024] (1)用激光器替代了传统的标志物,采用激光对准标志物的方式,可有效保证对准标志物的精确度,从而保证测量得到的地磁偏角 D 和地磁倾角 I 的测量精度;

[0025] (2)设计了一种承载单分量磁通门探头的二维无磁旋转机构,可自动高精度实现单分量磁通门探头的水平旋转和垂直旋转,最终实现地磁偏角 D 和地磁倾角 I 的自动测量;

[0026] (3)设计了一种特殊结构的标志物位置传感器,可实现巧妙的实现了同一位置的PSD传感器对两路不同高度入射激光的方位测量,从而降低了正倒镜对准标志物时的测量误差,提高地磁场测量精度。

附图说明

[0027] 图1为本发明提供的用于绝对地磁观测的自动化磁通门经纬仪的第1立体结构示意图;

[0028] 图2为本发明提供的用于绝对地磁观测的自动化磁通门经纬仪的第2立体结构示意图;

[0029] 图3为本发明提供的用于绝对地磁观测的自动化磁通门经纬仪的第3立体结构示意图;

[0030] 图4为本发明提供的用于绝对地磁观测的自动化磁通门经纬仪在没有加装立柱时的第1立体结构示意图;

[0031] 图5为本发明提供的用于绝对地磁观测的自动化磁通门经纬仪在没有加装立柱时的第2立体结构示意图;

[0032] 图6为本发明提供的测量单元的第1立体结构示意图;

[0033] 图7为本发明提供的测量单元的第2立体结构示意图;

[0034] 图8为本发明提供的标志物位置传感器的立体结构示意图;

[0035] 图9为本实用新型提供的标志物位置传感器在不显示外壳体时的结构示意图;

[0036] 图10为标志物位置传感器对第1高度入射激光方位的测量原理图;

[0037] 图11为标志物位置传感器对第2高度入射激光方位的测量原理图;

[0038] 图12为实际磁偏角 D 的测量原理图。

实施方式

[0039] 为了使本发明所解决的技术问题、技术方案及有益效果更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0040] 本发明提供一种用于绝对地磁观测的自动化磁通门经纬仪,可用于资源勘探、地磁探测、大地探测、地磁导航等领域的绝对地磁测量,主要特点概括如下:

[0041] (1) 在无磁轴框上绝对平行的固定安装单分量磁通门探头和激光器,将传统的标志物替换为PSD位置传感器,因此,激光器和PSD位置传感器配合,在对准标志物的时候,激光器发出的激光投射到PSD位置传感器的感应窗口,通过PSD位置传感器的输出信号而确定激光器是否对准标志物,采用激光对准标志物的方式,可有效保证对准标志物的精确度,从而保证测量得到的地磁偏角 D 和地磁倾角 I 的测量精度;

[0042] (2) 设计了一种承载单分量磁通门探头的二维无磁旋转机构,二维无磁旋转机构包括水平无磁旋转单元和垂直无磁旋转单元,水平无磁旋转单元和垂直无磁旋转单元均是由无磁压电电机、激光读数头和圆光栅码盘组成的闭环控制系统,从而可自动高精度实现单分量磁通门探头的水平旋转和垂直旋转,最终实现地磁偏角 D 和地磁倾角 I 的自动测量;

[0043] (3) 设计了一种特殊结构的标志物位置传感器,可实现巧妙的实现了同一位置的PSD传感器对两路不同高度入射激光的方位测量,从而降低了正倒镜对准标志物时的测量误差,进一步提高了地磁偏角 D 和地磁倾角 I 的测量准确度。

[0044] 下面结合附图,对本发明详细介绍:

[0045] 参考图1-图5,用于绝对地磁观测的自动化磁通门经纬仪包括:支撑机构1、二维无磁旋转机构2、测量单元3以及总控制器。下面对各部件分别详细介绍:

[0046] 支撑机构1为整个自动化磁通门经纬仪的承载基础结构,包括上面板1.1、下面板1.2和立柱1.3;上面板1.1和下面板1.2上下对称水平布置;立柱1.3的设置数量为至少两个,固定安装于上面板1.1和下面板1.2之间;支撑机构1还包括调整螺丝1.4;调整螺丝1.4的设置数量可以为3个,等间距固定安装于下面板1.2的底部,通过调整螺丝的调整作用,可调整整个仪器的水平度。

[0047] 二维无磁旋转机构2是用于实现单分量磁通门探头进行水平旋转和垂直旋转、同时精确测量到旋转角度的机构。由于单分量磁通门探头对工作环境的无磁性要求非常高,因此,二维旋转机构需保证无磁性。

[0048] 二维无磁旋转机构包括水平无磁旋转单元和垂直无磁旋转单元;水平无磁旋转单元用于使测量单元3在水平空间中旋转,包括:无磁轴框2.1、第1竖轴2.2、第2竖轴2.3、第1圆光栅码盘2.4、第1激光读数头2.5、第1压电陶瓷环2.6和第1压电电机2.7;

[0049] 无磁轴框2.1垂直布置,无磁轴框2.1的底部中心和顶部中心各固定安装第1竖轴2.2和第2竖轴2.3;其中,第1竖轴2.2的底部通过轴承可转动安装于下面板1.2的中心位置;第1压电陶瓷环2.6位于下面板1.2的上方,且使第1压电陶瓷环2.6的中心固定套设于第2竖轴2.3上,第1压电电机2.7固定安装于下面板1.2的上表面,并且,第1压电电机2.7的输出端与第1压电陶瓷环2.6的表面紧密接触,第1压电电机2.7通过第1压电陶瓷环2.6带动第2竖轴2.3在水平空间中旋转,进而带动无磁轴框2.1在水平空间中旋转;第2竖轴2.3的顶部通过轴承可转动安装于上面板1.1的中心位置并延伸到上面板1.1的上方;第1圆光栅码盘2.4

位于上面板1.1的上方,并且,第1圆光栅码盘2.4的中心与第2竖轴2.3固定连接,第1激光读数头2.5与第1圆光栅码盘2.4连接,用于读取第1圆光栅码盘2.4测得的旋转角度值;

[0050] 垂直无磁旋转单元包括横轴2.8、第2圆光栅码盘2.9、第2激光读数头2.10、第2压电陶瓷环2.11和第2压电电机2.12;横轴2.8水平布置于无磁轴框2.1的左侧纵梁和右侧纵梁之间,并且,横轴2.8的右端通过轴承可转动安装于右侧纵梁的中心;第2压电陶瓷环2.11位于右侧纵梁的内侧,且使第2压电陶瓷环2.11的中心固定套设于横轴2.8的右端,第2压电电机2.12固定安装于右侧纵梁的内侧,并且,第2压电电机2.12的输出端与第2压电陶瓷环2.11的表面紧密接触,第2压电电机2.12通过第2压电陶瓷环2.11带动横轴2.8在垂直空间中旋转;横轴2.8的左端通过轴承可转动安装于左侧纵梁的中心位置并延伸到左侧纵梁的外侧;第2圆光栅码盘2.9位于左侧纵梁的外部,并且,第2圆光栅码盘2.9的中心与横轴2.8的左端固定连接,第2激光读数头2.10与第2圆光栅码盘2.9连接,用于读取第2圆光栅码盘2.9测得的旋转角度值;

[0051] 可见,水平无磁旋转单元和垂直无磁旋转单元均是由无磁压电电机、激光读数头和圆光栅码盘组成的闭环控制系统。具体的,对于水平无磁旋转单元,通过控制第1压电电机,实现水平空间旋转;通过第1激光读数头可读取到水平旋转角度。对于垂直无磁旋转单元,通过控制第2压电电机,实现垂直空间旋转;通过第2激光读数头可读取到垂直旋转角度。由此实现了单分量磁通门探头高精度且自动化的旋转。

[0052] 采用压电电机和压电陶瓷环的驱动机构,保证了驱动机构的无磁性,不会对单分量磁通门探头的测量产生干扰。

[0053] 参考图6-图7,测量单元3包括:平行支架3.1、激光器3.2、单分量磁通门探头3.3和电子水平传感器3.4;

[0054] 平行支架3.1的几何中心开设有与横轴2.8相匹配的安装孔;平行支架3.1通过安装孔固定安装于横轴2.8的中心;平行支架3.1的上下两端安装有平行设置的激光器3.2和单分量磁通门探头3.3;平行支架3.1的侧面固定安装电子水平传感器3.4;在初始安装过程中,由于激光器3.2和单分量磁通门探头3.3均固定于平行支架上,因此,可保证激光器3.2和单分量磁通门探头3.3的绝对水平性,进而保证绝对地磁测量精度。

[0055] 标志物是绝对地磁测量中的辅助物体,传统的标志物为固定在特定位置的水泥墩或大理石墩,在与望远镜配合时,只能实现肉眼观察对准标志物。

[0056] 本发明提供的自动化磁通门经纬仪,完全不需要采用望远镜,而是创新的采用了激光器,而对应的标志物采用PSD位置传感器,因此,激光器和PSD位置传感器配合,可实现高精度对准标志物。

[0057] 另外,在进行自动化绝对地磁测量过程中,为消除激光器光轴和磁通门探头轴线的夹角,通常需要采用正镜对准和倒镜对准两次对准标志物的方式,从而消除降低仪器安装误差。其中,正镜对准是指:激光器位于磁通门探头的上方;反镜对准是指:激光器位于磁通门探头的下方。因此,如果采用常规的PSD位置传感器,需要安装上下两个完全相同的PSD位置传感器,才能分别实现正镜对准和倒镜对准。该种方式具有以下不足:(1)需要安装两个PSD位置传感器,加大了安装成本;(2)上下两个PSD位置传感器需保证完全平行同轴心,否则会引入对准标志物的误差,因此,对安装精确非常严格;(3)即使是购买完全相同型号的PSD位置传感器,但由于两个PSD位置传感器的性能不可能完全相同,因此,仍然会由于两

个PSD位置传感器存在的差异而增加测量误差。

[0058] 因此,发明人创新的提出了一种新型的基于PSD位置传感器的位置测量装置,可实现同一位置的PSD传感器对两路不同高度入射激光的方位测量,彻底解决上述传统方式存在的不足。

[0059] 参考图8-图9,基于PSD的标志物位置传感器,包括外壳体4.1、分束镜4.2、反射镜4.3和PSD位置传感器4.4;

[0060] 外壳体4.1为前端开口的空腔结构;分束镜4.2倾斜固定于外壳体4.1的内部,具体的,分束镜4.2可以通过分束镜支撑框架4.6,固定于外壳体4.1的内腔。

[0061] 并且,分束镜4.2的分光面与轴线呈45度夹角;分束镜4.2的分光面的中心线为中心线A,中心线A与外壳体4.1的前端开口连通;在外壳体4.1的后端内壁且位于分束镜4.2的通过中心线A的透射光路上,固定安装PSD位置传感器4.4;PSD位置传感器4.4的感光面前方还可固定安装有滤光片4.5。在外壳体4.1的顶部且位于分束镜4.2的通过中心线A的反射光路上,开设有透光孔4.7。

[0062] 反射镜4.3倾斜固定于外壳体4.1的底壁,反射镜4.3的反射面与分束镜4.2的分光面平行设置,并且,反射镜4.3的反射面中心线为中心线B,中心线B位于中心线A的正下方,因此,水平入射到反射镜4.3的中心线B的激光,经反射镜4.3向上反射作用后,垂直入射到分束镜4.2的中心线A的位置,再经分束镜4.2的反射后,水平入射到PSD位置传感器4.4,由PSD位置传感器4.4检测最初入射激光在水平面的方位。

[0063] 当然,实际应用中,为适应不同的使用场景,可设计为反射镜到分束镜的垂直距离可调节的结构,由此实现对不同高度差的两路激光光束的方位测量。

[0064] 具体的,当采用正镜对准激光标志时,如图10所示,激光器位于单分量磁通门探头的上方,此时,激光器发射出的激光光束直接入射到分束镜4.2的中心线A,经分束镜4.2透射后的激光光束投射到PSD位置传感器4.4,因此,PSD位置传感器检测到激光器发射出的激光光束的方位。

[0065] 当采用反镜对准激光标志时,横轴转动,带动平行支架在垂直面中旋转,进而使激光器位于单分量磁通门探头的下方,如图11所示,因此,激光器发射出的激光光束入射到反射镜,经反射镜向上反射作用后,垂直入射到分束镜的中心线A的位置,再经分束镜的反射后,水平入射到PSD位置传感器,因此,PSD位置传感器检测到激光器发射出的激光光束的方位。

[0066] 由此可见,通过本发明提供的基于PSD位置传感器的位置测量装置,通过简单的结构,巧妙的实现了同一位置的PSD传感器对两路不同高度入射激光的方位测量,从而提高了测量精度。

[0067] 总控制器分别与第1激光读数头2.5、第1压电电机2.7、第2激光读数头2.10、第2压电电机2.12、激光器3.2、单分量磁通门探头3.3和电子水平传感器3.4电性连接。总控制器通过数据采集器与标志物位置传感器连接。

[0068] 由此可见,本发明提供的用于绝对地磁观测的自动化磁通门经纬仪具有以下优点:

[0069] (1)用激光器替代了传统的标志物,采用激光对准标志物的方式,可有效保证对准标志物的精确度,从而保证测量得到的地磁偏角 D 和地磁倾角 I 的测量精度;

[0070] (2)设计了一种承载单分量磁通门探头的二维无磁旋转机构,可自动高精度实现单分量磁通门探头的水平旋转和垂直旋转,最终实现地磁偏角 D 和地磁倾角 I 的自动测量;

[0071] (3)设计了一种特殊结构的标志物位置传感器,可实现巧妙的实现了同一位置的PSD传感器对两路不同高度入射激光的方位测量,从而降低了正倒镜对准标志物时的测量误差,提高地磁场测量精度。

[0072] 本领域技术人员可以理解,采用本发明提供的用于绝对地磁观测的自动化磁通门经纬仪,可采用现有技术中任何测量方式,实现绝对地磁测量,本发明并不对具体的测量方法进行限制,但是,为了方便对本发明提供的自动化磁通门经纬仪进行充分的理解,下面列举一种具体的绝对地磁测量方法,但下面的测量方法并不限制本发明的保护范围:

[0073] 参考图12,自动化绝对地磁测量方法包括以下步骤:

[0074] 步骤1,在测点布置绝对地磁测量机构,所述绝对地磁测量机构包括支撑机构(1)、二维无磁旋转机构(2)和测量单元(3);在选定的位置布置标志物位置传感器;并且,所述标志物位置传感器中的反射镜(4.3)到分束镜(4.2)的垂直距离和激光器(3.2)到单分量磁通门探头(3.3)的垂直距离相同;

[0075] 在仪器架设过程中,转动竖轴,分别在仪器初始零位和正负90度位,以电子水平传感器(3.4)为参考,通过调整三个调整脚和第2压电电机(2.12),将测量单元(3)调平,确保测量单元(3)的激光器(3.2)和单分量磁通门探头(3.3)处于水平测试面;同时,根据调平后激光器(3.2)发出的激光光斑高度,调整所述标志物位置传感器的窗口高度,使二者等高;

[0076] 步骤2,初始对准标志物位置传感器过程,包括:

[0077] 步骤2.1,使激光器(3.2)平行布置于单分量磁通门探头(3.3)的上方;

[0078] 步骤2.2,总控制器打开激光器(3.2),同时,总控制器对第1压电电机(2.7)进行控制,从而使水平无磁旋转单元绕竖轴转动,并使激光器(3.2)发射出的水平激光逼近标志物位置传感器的感应窗口,即:逼近PSD位置传感器(4.4)的感应窗口;

[0079] 步骤2.3,总控制器继续控制水平无磁旋转单元绕竖轴转动,并使激光器发射出的激光经分束镜(4.2)的透射作用后,水平入射到PSD位置传感器(4.4)的感应窗口边缘,从而使数据采集器采集到感应电压;然后,总控制器控制水平无磁旋转单元绕竖轴继续旋转;由于激光在PSD位置传感器感应窗口的不同位置对应不同的感应电压,当数据采集器采集到指定感应电压时,即表示水平无磁旋转单元绕竖轴旋转到了指定方位,此时,总控制器控制水平无磁旋转单元停止转动,主控制器通过第1激光读数头(2.5)得到此时无磁轴框(2.1)的精确方位角,记作 N_1 ,由此完成对标正镜测量;

[0080] 步骤2.4,然后,总控制器对第2压电电机(2.12)进行控制,从而带动横轴(2.8)旋转 180° ,进而带动测量单元(3)旋转 180° ,使激光器(3.2)平行布置于单分量磁通门探头(3.3)的下方,然后锁死第2压电电机(2.12);

[0081] 步骤2.5,然后,总控制器再次对第1压电电机(2.7)进行控制,从而使水平无磁旋转单元绕竖轴转动,并使激光器(3.2)发射出的水平激光经过反射镜(4.3)向上反射作用、再经过分束镜(4.2)的反射作用后,入射到PSD位置传感器(4.4)的感应窗口边缘,从而使数据采集器采集到感应电压;然后,总控制器控制水平无磁旋转单元绕竖轴继续旋转;由于激光在PSD位置传感器感应窗口的不同位置对应不同的感应电压,当数据采集器采集到指定感应电压时,即表示水平无磁旋转单元绕竖轴旋转到了指定方位,此时,总控制器控制水平

无磁旋转单元停止转动,主控制器通过第1激光读数头(2.5)得到此时无磁轴框(2.1)的精确方位角,记作 N_2 ,由此完成对标反镜测量;

[0082] 步骤2.6,总控制器将 N_1 和 N_2 求均值,得出标志读数 N ;

[0083] 由于机加工和装配误差的存在,自动磁通门经纬仪的激光器轴线与横轴之间会存在一个很小的不垂直角度 μ 。激光器发出的激光用途是通过照准标志物来计算地理北在水平码盘上的读数。如果只采用正镜或者倒镜一次对准标志物,由于不垂直角度 μ 的存在,自动磁通门经纬仪获得的标志角度会引入误差。但如果采用了正倒镜测量的方法,由于正镜和倒镜分别带来正误差和负误差,两次读数相加取均值,正负误差可以抵消,也就是说此不垂直角度 μ 带来的误差可以有效地抵消。

[0084] 步骤3,测量地磁偏角 D 的步骤,包括:

[0085] 步骤3.1,总控制器关闭激光器(3.2),打开单分量磁通门探头(3.3),此时,激光器(3.2)平行布置于单分量磁通门探头(3.3)的下方;

[0086] 步骤3.2,总控制器控制水平无磁旋转单元绕竖轴转动,同时,总控制器实时判断单分量磁通门探头(3.3)输出的外磁场强度信号是否为0,当达到0时,总控制器通过第1激光读数头(2.5)得到外磁场0值地磁偏角第一测量位置的角度值 D_1 ;

[0087] 然后,总控制器控制水平无磁旋转单元绕竖轴反向转动,同时,总控制器实时判断单分量磁通门探头(3.3)输出的外磁场强度信号是否为0,当达到0时,总控制器通过第1激光读数头(2.5)得到外磁场0值地磁偏角第二测量位置的角度值 D_2 ;

[0088] 步骤3.3,然后,总控制器对第2压电电机(2.12)进行控制,从而带动横轴(2.8)旋转 180° ,进而带动测量单元(3)旋转 180° ,使激光器(3.2)平行布置于单分量磁通门探头(3.3)的上方,然后锁死第2压电电机(2.12);

[0089] 步骤3.4,然后,总控制器控制水平无磁旋转单元绕竖轴转动,同时,总控制器实时判断单分量磁通门探头(3.3)输出的外磁场强度信号是否为0,当达到0时,总控制器通过第1激光读数头(2.5)得到外磁场0值地磁偏角第三测量位置的角度值 D_3 ;

[0090] 然后,总控制器控制水平无磁旋转单元绕竖轴反向转动,同时,总控制器实时判断单分量磁通门探头(3.3)输出的外磁场强度信号是否为0,当达到0时,总控制器通过第1激光读数头(2.5)得到外磁场0值地磁偏角第四测量位置的角度值 D_4 ;

[0091] 步骤3.5,地磁偏角第一测量位置的角度值 D_1 、地磁偏角第二测量位置的角度值 D_2 、地磁偏角第三测量位置的角度值 D_3 和地磁偏角第四测量位置的角度值 D_4 求均值,即为地磁北读数 D_0 ;

[0092] 依据下式计算得到实际磁偏角 D :

[0093] 实际磁偏角 $D = \text{地磁北读数}D_0 - \text{地理北方向读数} = \text{地磁北读数}D_0 - (\text{标志读数}N - \text{标志方位角})$;

[0094] 其中,标志方位角由地磁台站提前测量得出,即为以测量点为圆心,地理北与标志物的夹角;

[0095] 参考图12,地磁北读数 D_0 的参考为自动磁通门经纬仪仪器零点,如图中 $\angle A2$ 所示;

[0096] 标志读数 N 的参考为自动磁通门经纬仪仪器零点,如图中 $\angle A1$ 所示,该角度对准的一致性,主要用于确保仪器在多次测量过程或放置过程中是否发生位移;

[0097] 实际磁偏角 D 的参考为地理北,如图中 $\angle A4$ 所示。

[0098] 步骤4,地磁倾角 I 的测量步骤,包括:

[0099] 步骤4.1,激光器(3.2)平行布置于单分量磁通门探头(3.3)的上方,总控制器控制水平无磁旋转单元绕竖轴旋转至地磁北读数 D_0 位置;此时,单分量磁通门探头(3.3)位于磁子午面内;

[0100] 然后,锁定竖轴不再转动;总控制器对第2压电电机(2.12)进行控制,从而带动横轴(2.8)转动,横轴(2.8)通过平行支架(3.1)带动激光器(3.2)和单分量磁通门探头(3.3)在磁子午面内同步转动;同时,总控制器实时判断单分量磁通门探头(3.3)测得的外磁场强度信号是否为0,当达到0时,总控制器通过第2激光读数头(2.10)得到外磁场0值地磁倾角第一测量位置的角度值 I_1 ;

[0101] 然后,总控制器继续控制横轴向相反方向旋转,当磁通门探头再次测得外磁场强度信号为0时,总控制器通过第2激光读数头(2.10)得到外磁场0值地磁倾角第二测量位置的角度值 I_2 ;

[0102] 步骤4.2,接下来,总控制器控制竖轴旋转,使竖轴停止在 D_0 位置 $+180^\circ$ 或 D_0 位置 -180° 的位置;

[0103] 然后,锁定竖轴不再转动;

[0104] 总控制器对第2压电电机(2.12)进行控制,从而带动横轴(2.8)转动,横轴(2.8)通过平行支架(3.1)带动激光器(3.2)、单分量磁通门探头(3.3)和电子水平传感器(3.4)在磁子午面内同步转动;同时,总控制器实时判断单分量磁通门探头(3.3)测得的外磁场强度信号是否为0,当达到0时,总控制器通过第2激光读数头(2.10)得到外磁场0值地磁倾角第三测量位置的角度值 I_3 ;

[0105] 步骤4.3,总控制器继续控制横轴向相反方向旋转,当单分量磁通门探头(3.3)再次测得外磁场强度信号为0时,总控制器通过第2激光读数头(2.10)得到外磁场0值地磁倾角第四测量位置的角度值 I_4 ;

[0106] 步骤4.4,基于以下公式得到磁倾角 I :

[0107] 磁倾角 $I = (I_1 + I_2 - I_3 - I_4) / 4$ 。

[0108] 本发明提供的自动化绝对地磁测量方法,具有以下优点:

[0109] (1)采用激光对准标志物的方式,可有效保证对准标志物的精确度,从而保证绝对地磁测量精度;

[0110] (2)以二维无磁旋转机构作为磁通门探头的驱动运动机构,可自动高精度实现单分量磁通门探头的水平旋转和垂直旋转,最终保证绝对地磁测量精度;

[0111] (3)在绝对地磁测量过程中,采用同一个标志物位置传感器巧妙的实现对两路不同高度入射激光的方位测量,从而降低了正倒镜对准标志物时的测量误差,提高地磁场测量精度。

[0112] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

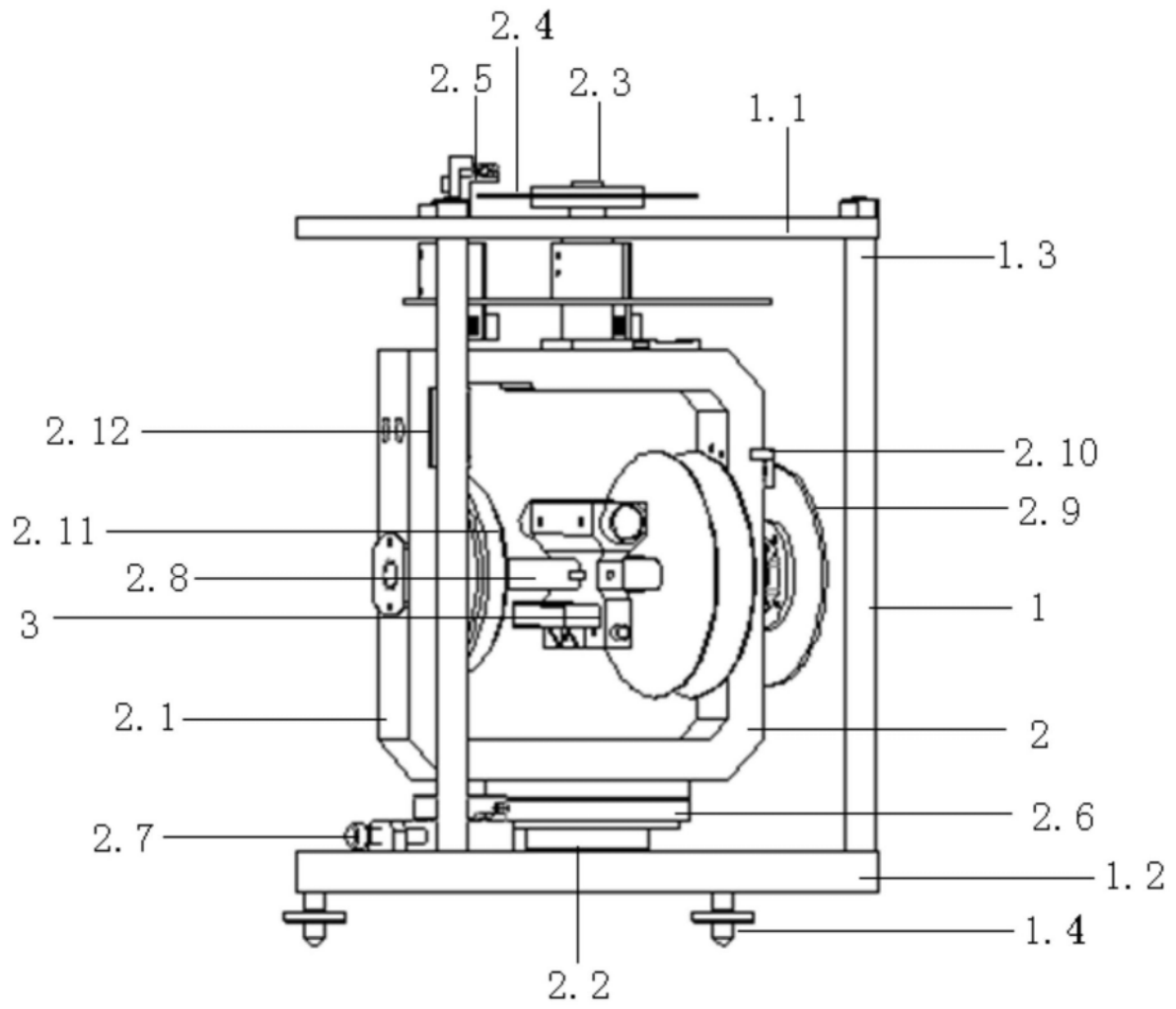


图1

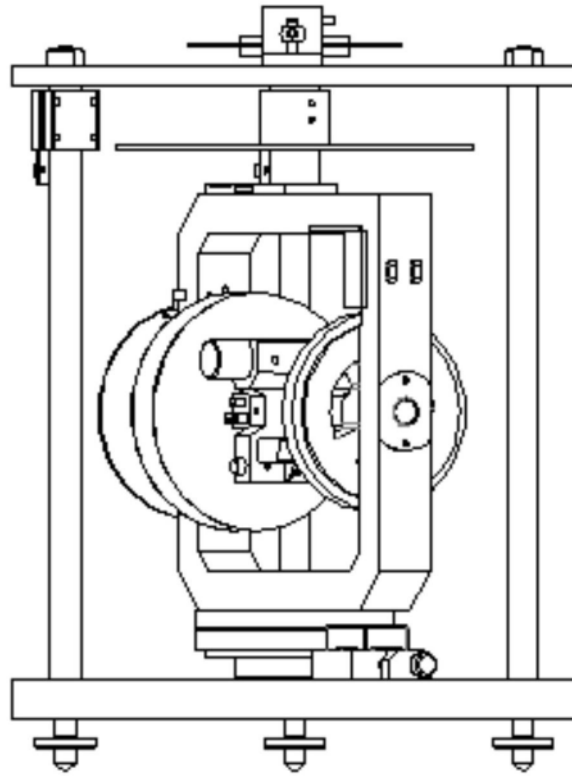


图2

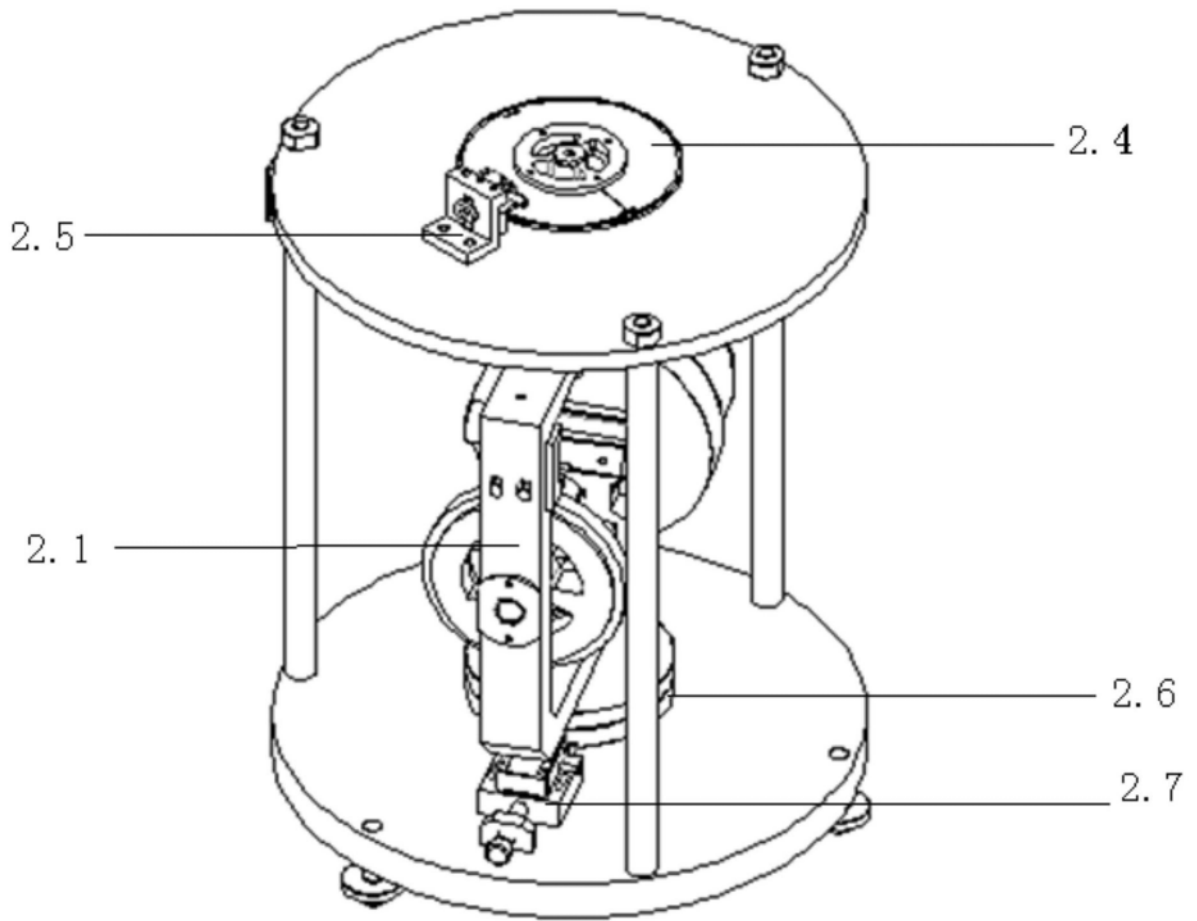


图3

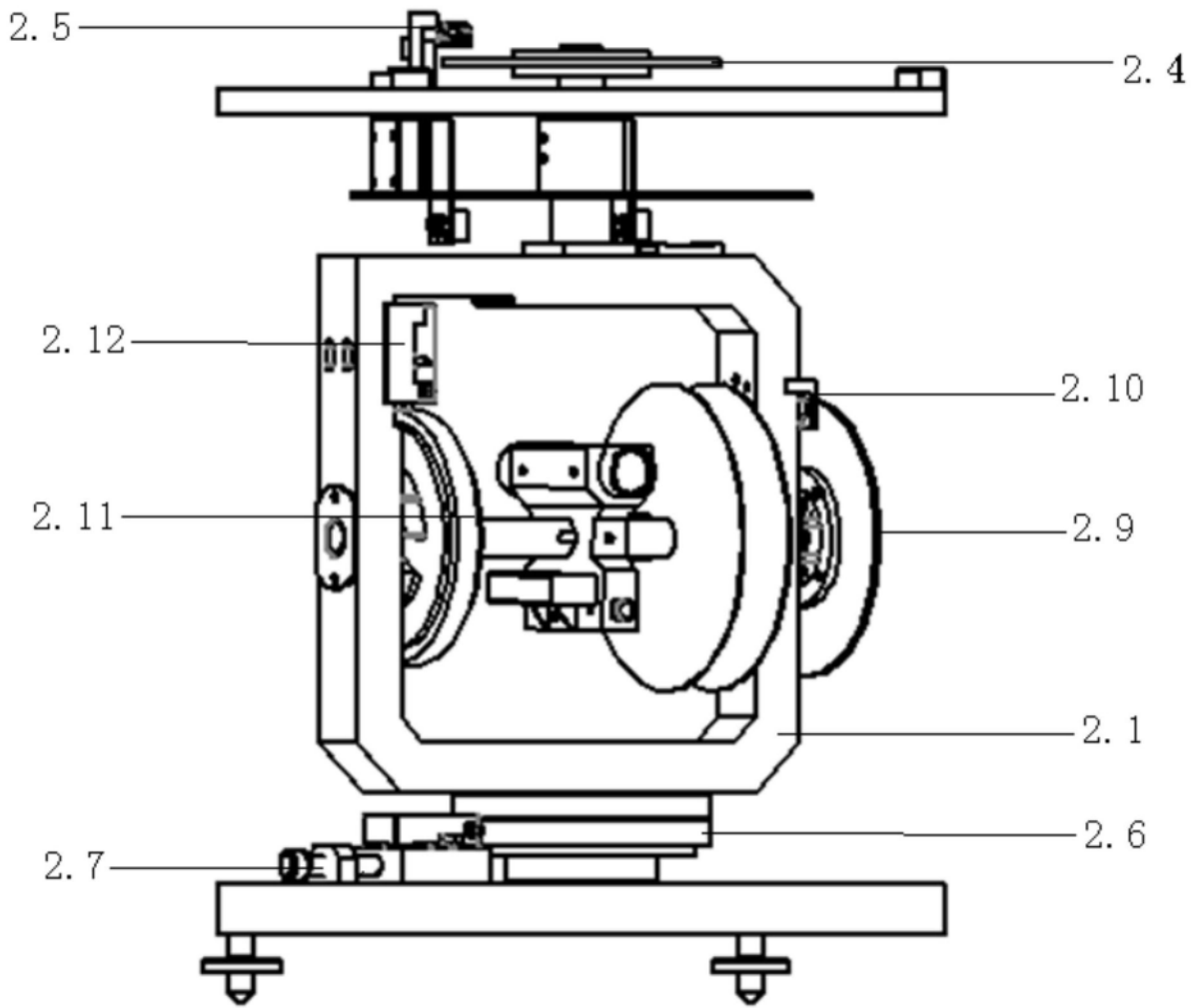


图4

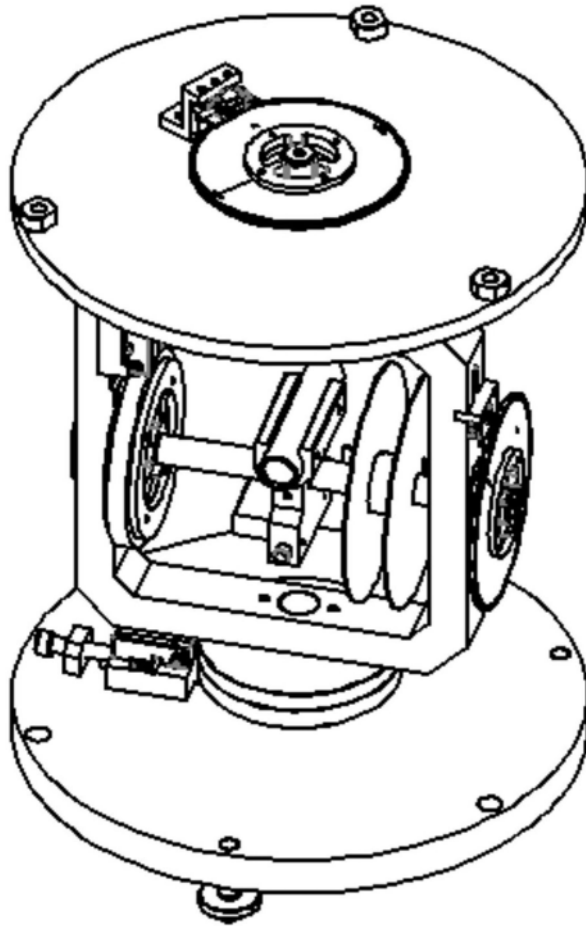


图5

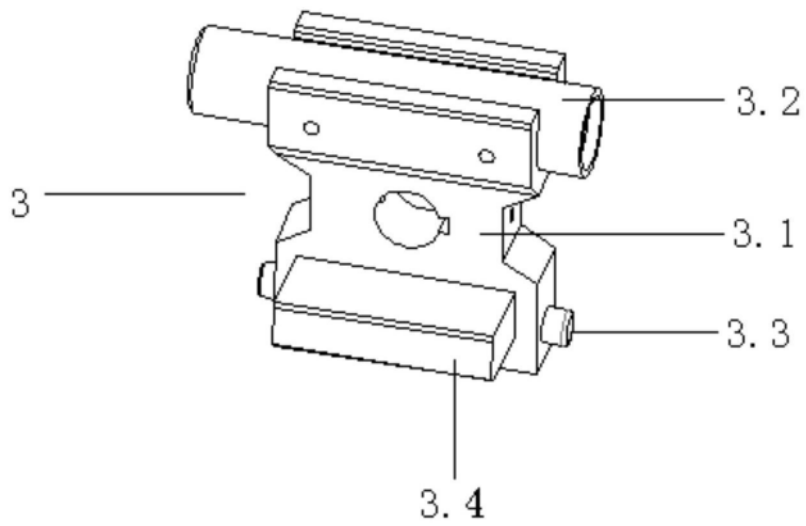


图6

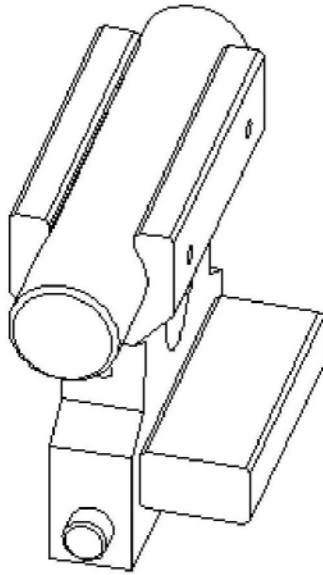


图7

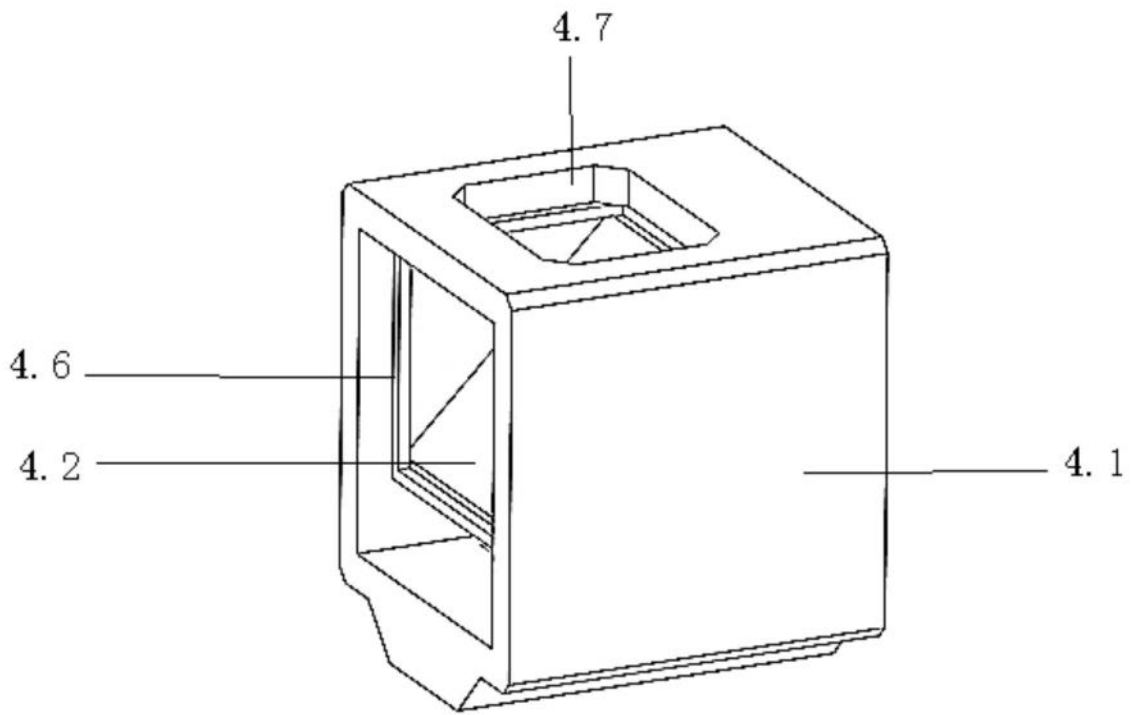


图8

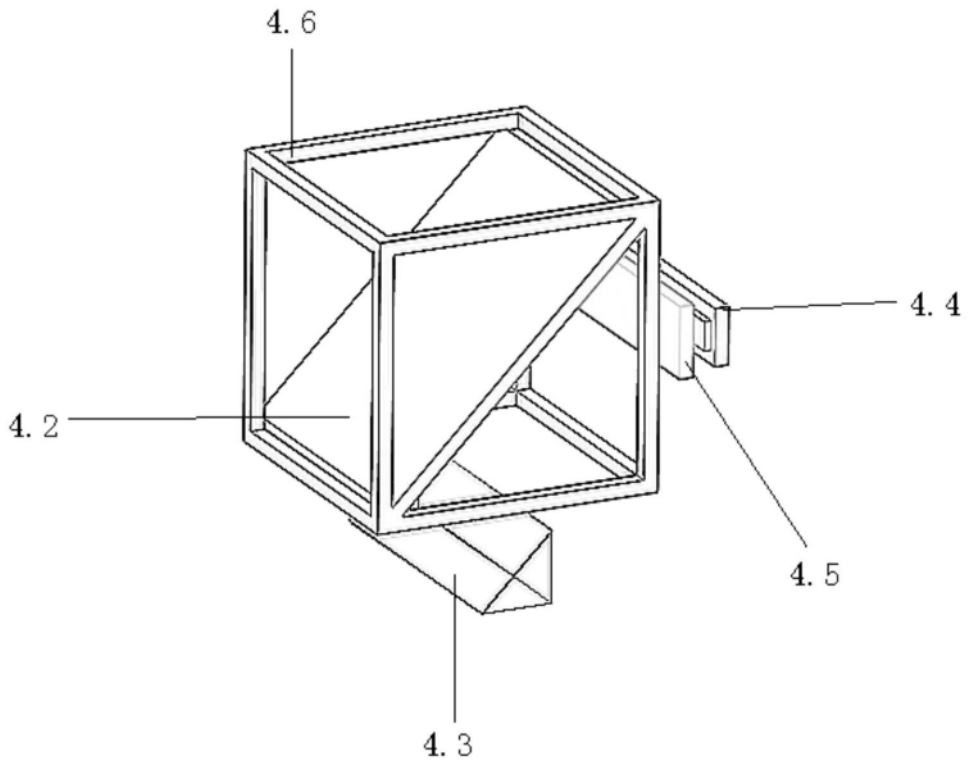


图9

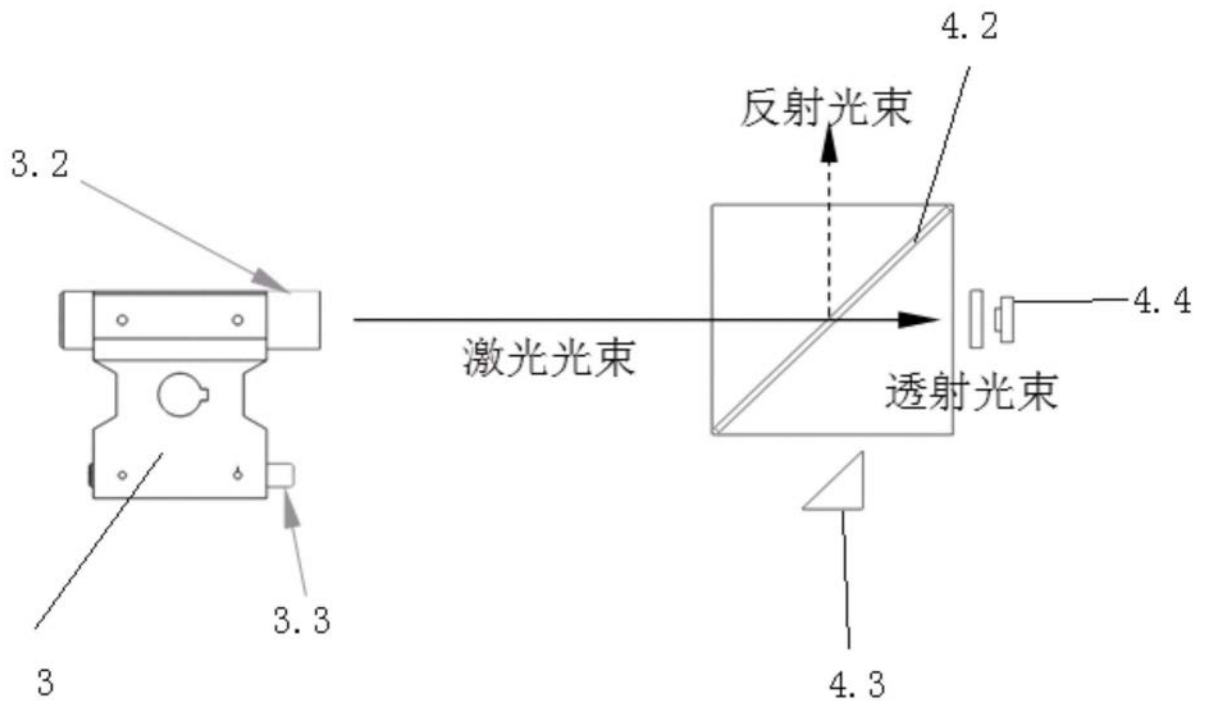


图10

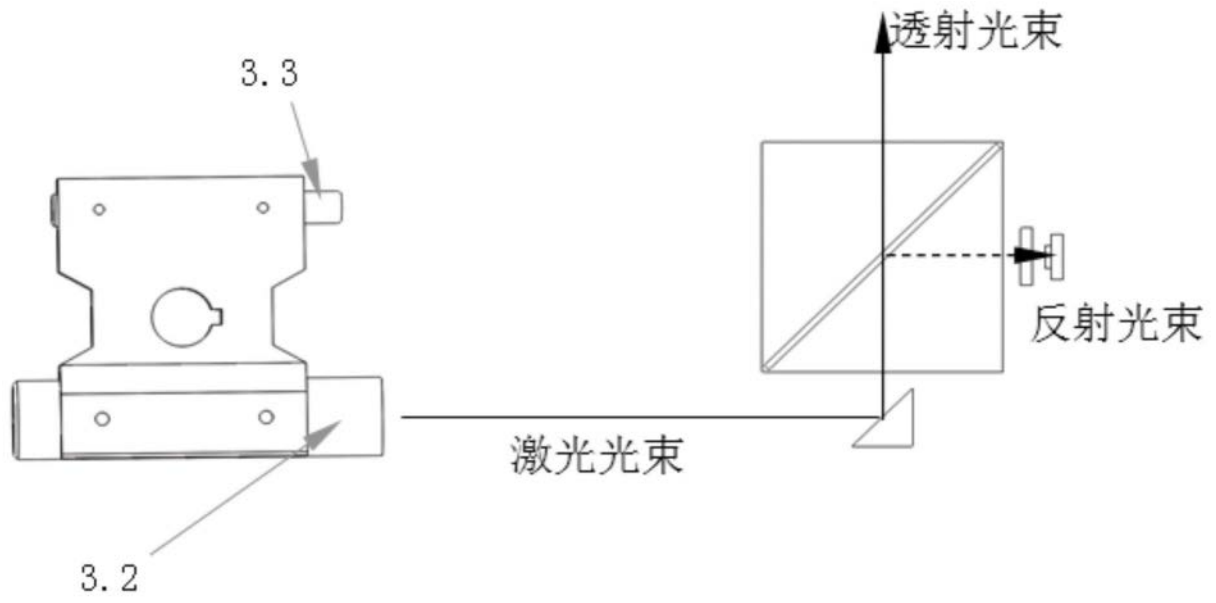


图11

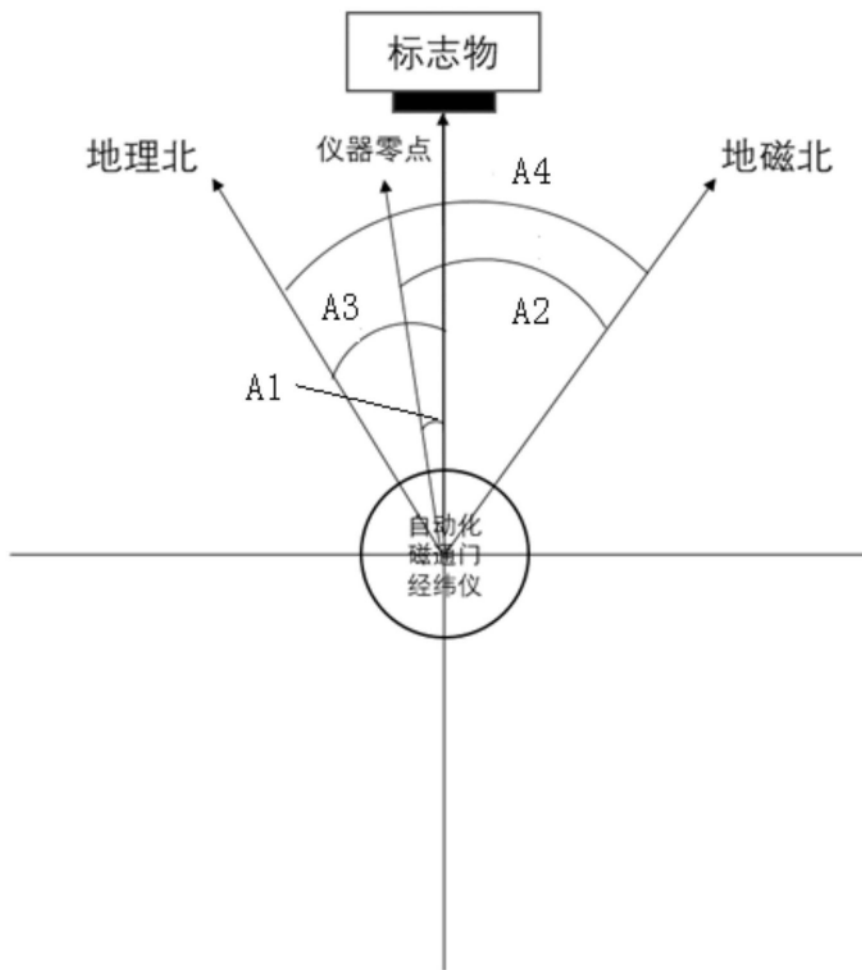


图12