



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 205302012 U

(45) 授权公告日 2016. 06. 08

(21) 申请号 201521049770. 1

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

(22) 申请日 2015. 12. 15

(73) 专利权人 中国科学院西安光学精密机械研究所

地址 710119 陕西省西安市高新区新型工业园信息大道 17 号

(72) 发明人 康晓鹏 杜水生 李华 付兴 司敬芝 王鹏 刘军鹏

(74) 专利代理机构 西安智邦专利商标代理有限公司 61211

代理人 杨引雪

(51) Int. Cl.

G05D 3/10(2006. 01)

G02B 7/00(2006. 01)

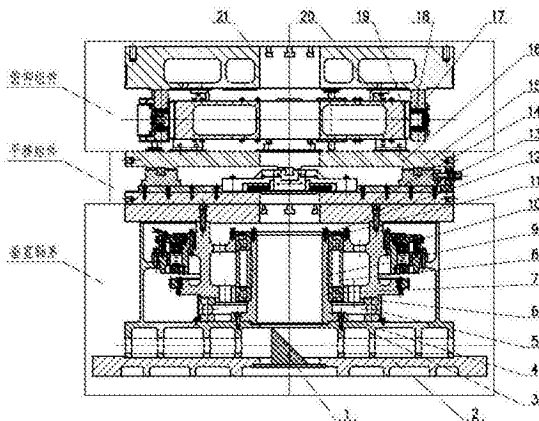
权利要求书2页 说明书5页 附图5页

(54) 实用新型名称

一种精密五维转台

(57) 摘要

本实用新型属于精密光学应用机械设备技术领域,公开了一种精密五维转台,包括垂直轴系、平移组件和俯仰组件;所述垂直轴系包括折射镜、调平支撑底座、力矩电机、轴承压盖、第一载物台、箱体和设置在箱体内的方位固定轴、推力球轴承、方位旋转轴、第一角接触球轴承、轴承定距环;所述箱体底部设有通孔,箱体和折射镜均固定在调平支撑底座上;折射镜位于箱体底部的通孔内;箱体的侧壁设有两个通孔,这两个通孔相对,这两个通孔的中心轴线穿过所述折射镜;本实用新型为一种多自由度光学应用旋转台,运行稳定,结构布局合理、紧凑,连接强度刚度,具有很好的制造工艺性。



1. 一种精密多维转台,包括垂直轴系、平移组件和俯仰组件;其特征在于:

所述垂直轴系包括折射镜、调平支撑底座、力矩电机、轴承压盖、第一载物台、箱体和设置在箱体内部的方位固定轴、推力球轴承、方位旋转轴、第一角接触球轴承、轴承定距环;

所述箱体底部设有通孔,箱体和折射镜均固定在调平支撑底座上;折射镜位于箱体底部的通孔内;箱体的侧壁设有两个通孔,这两个通孔相对,这两个通孔的中心轴线穿过所述折射镜;

所述方位固定轴呈管状,方位固定轴设置在箱体底部,方位固定轴的中心轴线与箱体底部通孔的中心轴线重合;

方位旋转轴呈管状,套接在方位固定轴上;所述第一角接触球轴承为一对,这一对角接触球轴承背对背安装于方位固定轴和方位旋转轴之间,所述一对角接触球轴承之间内、外圈分别由轴承定距环支撑,这一对角接触球轴承中位于上面的角接触球轴承的内、外径由轴承压盖压紧连接;轴承压盖与方位旋转轴和/或方位固定轴通过螺钉固定连接;

所述推力球轴承是单向推力球轴承,套接在方位旋转轴上,包括上径环和下径环,下径环的外径大于上径环的外径,下径环与箱体底部接触;

所述力矩电机装于方位旋转轴与箱体之间,力矩电机用于驱动方位旋转轴旋转;所述第一载物台水平固定于方位旋转轴上,第一载物台的中心设有通孔,该通孔的中心轴线与箱体底部通孔的中心轴线重合。

2. 根据权利要求1所述的精密多维转台,其特征在于:所述平移组件包括第一平移导轨安装盘和第二平移导轨安装盘;

第一平移导轨安装盘和第二平移导轨安装盘自下至上依次安装在第一载物台上,第一平移导轨安装盘和第二平移导轨安装盘上均设有通孔,这两个通孔的中心轴线均与箱体底部通孔的中心轴线重合;

所述第二平移导轨安装盘能够在第一平移导轨安装盘上滑动,滑动的路线为十字形。

3. 根据权利要求2所述的精密多维转台,其特征在于:俯仰组件包括俯仰轴、过渡架、第二载物台、轴承座和固定在轴承座上的第二轴承;

过渡架和第二载物台自下至上依次安装于第二平移导轨安装盘上,过渡架和第二载物台上均设有通孔,这两个通孔的中心轴线均与箱体底部通孔的中心轴线重合;

所述俯仰轴有4个,4个俯仰轴在过渡架上沿圆周方向均匀布置,俯仰轴包括竖向段和横向段;竖向段与过渡架固连,所述第二轴承套接在横向段,所述轴承座有4个,这4个轴承座中,相对的两个轴承座固定于第二平移导轨安装盘的上表面,另外相对的两个轴承座固定于第二载物台的下表面;两组相对的两个轴承座连线构成的十字与第二平移导轨安装盘在第一平移导轨安装盘上滑动的路线重合。

4. 根据权利要求3所述的精密多维转台,其特征在于:所述精密多维转台还包括微调组件,

微调组件包括第一齿轮、第二齿轮、轴承箱体、蜗轮、蜗杆、偏心轴套、蜗杆轴和驱动电机;

所述第一齿轮、第二齿轮、轴承箱体和蜗轮均位于所述箱体内;第一齿轮与第二齿轮啮合,第一齿轮通过螺钉与方位旋转轴固定连接,第二齿轮与蜗轮均固定在轴承箱上,轴承箱内安装有定位轴承,轴承箱固定在箱体内壁;

所述驱动电机位于所述箱体外部,驱动电机输出轴与蜗杆轴的一端固定连接,蜗杆轴的另一端与蜗杆连接,所述偏心轴套套接在蜗杆轴的中间段,偏心轴套上设有连接法兰,连接法兰通过螺钉固定安装于箱体外壁;通过偏心套筒实现蜗轮与蜗杆的啮合与分离,在蜗轮与蜗杆啮合的情况下,驱动电机带动蜗杆旋转,蜗杆旋转带动蜗轮旋转,进而带动第二齿轮旋转,第二齿轮带动第一齿轮旋转,进而带动方位旋转轴旋转。

5. 根据权利要求4所述的精密多维转台,其特征在于:所述俯仰组件还包括螺纹杆、调整螺母、第一俯仰调节球铰和第二俯仰调节球铰,过渡架上设有4个沿圆周均布的通孔,通孔靠近所述轴承座,所述螺纹杆有4个,每个螺纹杆穿过一个通孔;所述调整螺母设置在螺纹杆的上下两端;

通孔上下两端的过渡架上均设有凹槽,两个凹槽内分别对称装入第一俯仰调节球铰和第二俯仰调节球铰,第一俯仰调节球铰的凹面和第二俯仰调节球铰的凸面配合装配;

固定于第二平移导轨安装盘上表面的轴承座为第一轴承座,固定于第二载物台下表面的轴承座为第二轴承座;

靠近第一轴承座的螺纹杆固定于第二载物台的下表面,靠近第二轴承座的螺纹杆固定于第二平移导轨安装盘的上表面。

6. 根据权利要求5所述的精密多维转台,其特征在于:所述第一平移导轨安装盘固定于第一载物台上,第一平移导轨安装盘上表面安装有第一轨道,第一轨道呈十字形,第一轨道的中心位于第一平移导轨安装盘的中心处,第二平移导轨安装盘下表面安装有第二轨道,第二轨道呈十字形,第二轨道的中心位于第二平移导轨安装盘的中心处,第一轨道和第二轨道通过滚动导轨滑块连接,第一轨道和第二轨道的端头处均设置有定位锁紧装置。

7. 根据权利要求6所述的精密多维转台,其特征在于:所述第二轴承是第二角接触球轴承、条心球轴承或滚球轴承;所述方位固定轴、方位旋转轴、第一载物台、过渡架和/或第二载物台设置有减重孔。

8. 根据权利要求1至7任一所述的精密多维转台,其特征在于:方位固定轴和方位旋转轴上均设有止口凸台,所述一对角接触球轴承中,位于底部的角接触球轴承的内、外径沿轴向分别由方位固定轴和方位旋转轴的止口凸台支撑。

9. 根据权利要求8所述的精密多维转台,其特征在于:所述箱体内壁设有第一凸台法兰,方位旋转轴外壁设有第二凸台法兰,力矩电机包括定环和动环,所述定环与第一凸台法兰通过螺钉固定连接,动环与第二凸台法兰通过螺钉固定连接。

10. 根据权利要求9所述的精密多维转台,其特征在于:所述推力球轴承套接在方位旋转轴底部。

一种精密五维转台

技术领域

[0001] 本实用新型属于精密光学应用机械设备技术领域,涉及一种精密五维转台,可应用于精密光学应用机械设备或其它类似机械设备。

背景技术

[0002] 精密转台是测试惯性元件及进行物理仿真实验的重要非标设备,其应用在光学领域主要是光电结合设备以及光学实验和光学仪器中对光学元器件进行控制调节的常用调试装置。通常使用过程中光学元件被固定于光学转台的台板上,通过光学旋转台的转动、平移、俯仰实现对光学元件参数的跟踪调节。

[0003] 转台垂直轴系的精度,以及转台工作范围可调自由度直接关系着光学产品的质量及调试进度。

[0004] 目前转台垂直轴系驱动定位主要有3种方案,(1)采用电机,减速器和齿轮传动(或蜗杆传动)共同驱动轴系旋转定位;(2)采用电机,减速器和摩擦轮传动驱动轴系旋转定位;(3)采用力矩电机直接驱动轴系旋转定位。第1种方案不仅结构复杂、体积大,而且多级减速和传动存在间隙,伺服刚性低;第2种方案虽然结构简单,但体积较大,且存在容易磨损和打滑等缺点;第3种方案采用力矩电机直接驱动轴系定位,仅仅依靠力矩电机直接驱动,定位精度不高,对于体积和质量大的转台,其伺服控制的实现很困难。

[0005] 由于光学转台的特殊性,其对转台要求不只要具有高精度,对其运行的平稳性,定位精确程度都有较高的要求。

实用新型内容

[0006] 针对以上对光学转台的特殊要求,本实用新型的目的在于克服现有技术的不足,提供一种精度高,运行稳定的精密五维转台,为一种多自由度光学应用旋转台。

[0007] 为解决以上技术问题,本实用新型给出以下技术方案:

[0008] 一种精密五维转台,包括垂直轴系、平移组件和俯仰组件;其特殊之处在于:

[0009] 所述垂直轴系包括折射镜、调平支撑底座、力矩电机、轴承压盖、第一载物台、箱体和设置在箱体内部的方位固定轴、推力球轴承、方位旋转轴、第一角接触球轴承、轴承定距环;

[0010] 所述箱体底部设有通孔,箱体和折射镜均固定在调平支撑底座上;折射镜位于箱体底部的通孔内;箱体的侧壁设有两个通孔,这两个通孔相对,这两个通孔的中心轴线穿过所述折射镜;

[0011] 所述方位固定轴呈管状,方位固定轴设置在箱体底部,方位固定轴的中心轴线与箱体底部通孔的中心轴线重合;所述方位旋转轴呈管状,套接在方位固定轴上;所述第一角接触球轴承为一对,这一对角接触球轴承背对背安装于方位固定轴和方位旋转轴之间,所述一对角接触球轴承之间内、外圈分别由轴承定距环支撑,这一对角接触球轴承中位于上面的角接触球轴承的内、外径由轴承压盖压紧连接;轴承压盖与方位旋转轴和/或方位固定轴通过螺钉固定连接;

[0012] 所述推力球轴承是单向推力球轴承,套接在方位旋转轴上;推力球轴承包括上径环和下径环,下径环的外径大于上径环的外径,下径环与箱体底部接触;

[0013] 所述力矩电机装于方位旋转轴与箱体之间,力矩电机用于驱动方位旋转轴旋转;所述第一载物台水平固定于方位旋转轴上,第一载物台的中心设有通孔,该通孔的中心轴线与箱体底部通孔的中心轴线重合。

[0014] 上述平移组件包括第一平移导轨安装盘和第二平移导轨安装盘;

[0015] 第一平移导轨安装盘和第二平移导轨安装盘自下至上依次安装在第一载物台上,第一平移导轨安装盘和第二平移导轨安装盘上均设有通孔,这两个通孔的中心轴线均与箱体底部通孔的中心轴线重合;

[0016] 所述第二平移导轨安装盘能够在第一平移导轨安装盘上滑动,滑动的路线为十字形。

[0017] 俯仰组件包括俯仰轴、过渡架、第二载物台、轴承座和固定在轴承座上的第二轴承;

[0018] 过渡架和第二载物台自下至上依次安装于第二平移导轨安装盘上,过渡架和第二载物台上均设有通孔,这两个通孔的中心轴线均与箱体底部通孔的中心轴线重合;

[0019] 所述俯仰轴有4个,4个俯仰轴在过渡架上沿圆周方向均匀布置,俯仰轴包括竖向段和横向段;竖向段与过渡架固连,所述第二轴承套接在横向段,所述轴承座有4个,这4个轴承座中,相对的两个轴承座固定于第二平移导轨安装盘的上表面,另外相对的两个轴承座固定于第二载物台的下表面;两组相对的两个轴承座连线构成的十字与第二平移导轨安装盘在第一平移导轨安装盘上滑动的路线重合。

[0020] 上述精密五维转台还包括微调组件,

[0021] 微调组件包括第一齿轮、第二齿轮、轴承箱体、蜗轮、蜗杆、偏心轴套、蜗杆轴和驱动电机;

[0022] 所述第一齿轮、第二齿轮、轴承箱体和蜗轮均位于所述箱体内;第一齿轮与第二齿轮啮合,第一齿轮通过螺钉与方位旋转轴固定连接,第二齿轮与蜗轮均固定在轴承箱上,轴承箱内安装有定位轴承,轴承箱固定在箱体内壁;

[0023] 所述驱动电机位于所述箱体外部,驱动电机输出轴与蜗杆轴的一端固定连接,蜗杆轴的另一端与蜗杆连接,所述偏心轴套套接在蜗杆轴的中间段,偏心轴套上设有连接法兰,连接法兰通过螺钉固定安装于箱体外壁;通过偏心套筒实现蜗轮与蜗杆的啮合与分离,在蜗轮与蜗杆啮合的情况下,驱动电机带动蜗杆旋转,蜗杆旋转带动蜗轮旋转,进而带动第二齿轮旋转,第二齿轮带动第一齿轮旋转,进而带动方位旋转轴旋转。

[0024] 上述俯仰组件还包括螺纹杆、调整螺母、第一俯仰调节球铰和第二俯仰调节球铰,过渡架上设有4个沿圆周均布的通孔,通孔靠近所述轴承座,所述螺纹杆有4个,每个螺纹杆穿过一个通孔;所述调整螺母设置在螺纹杆的上下两端;

[0025] 通孔上下两端的过渡架上均设有凹槽,两个凹槽内分别对称装入第一俯仰调节球铰和第二俯仰调节球铰,第一俯仰调节球铰的凹面和第二俯仰调节球铰的凸面配合装配;

[0026] 固定于第二平移导轨安装盘上表面的轴承座为第一轴承座,固定于第二载物台下表面的轴承座为第二轴承座;

[0027] 靠近第一轴承座的螺纹杆固定于第二载物台的下表面,靠近第二轴承座的螺纹杆

固定于第二平移导轨安装盘的上表面。

[0028] 上述第一平移导轨安装盘固定于第一载物台上,第一平移导轨安装盘上表面安装有第一轨道,第一轨道呈十字形,第一轨道的中心位于第一平移导轨安装盘的中心处,第二平移导轨安装盘下表面安装有第二轨道,第二轨道呈十字形,第二轨道的中心位于第二平移导轨安装盘的中心处,第一轨道和第二轨道通过滚动导轨滑块连接,第一轨道和第二轨道的端头处均设置有定位锁紧装置。

[0029] 上述第二轴承是第二角接触球轴承、条心球轴承或滚球轴承;所述方位固定轴、方位旋转轴、第一载物台、过渡架和/或第二载物台设置有减重孔。

[0030] 上述方位固定轴和方位旋转轴上均设有止口凸台,所述一对角接触球轴承中,位于底部的角接触球轴承的内、外径沿轴向分别由方位固定轴和方位旋转轴的止口凸台支撑。

[0031] 上述箱体内壁设有第一凸台法兰,方位旋转轴外壁设有第二凸台法兰,力矩电机包括定环和动环,所述定环与第一凸台法兰通过螺钉固定连接,动环与第二凸台法兰通过螺钉固定连接。

[0032] 上述推力球轴承套接在方位旋转轴底部。

[0033] 本实用新型具有以下技术效果:

[0034] 1、本实用新型精度高、运行稳定,可用于多自由度光学应用;

[0035] 2、力矩机驱动方式具有运行可靠、扭矩大、振动小、结构紧凑的优点,能满足光学高精度基本要求,配合大传动比微调机构可实现转台垂直轴系重载、低速、高精度控制,控制精度 $\leq 1'$;

[0036] 3、整体式铸造工艺使重要结构件在刚度,强度相似的情况下,最大限度的减小结构件尺寸,方位固定轴、方位旋转轴、第一载物台、过渡架和/或第二载物台设置有减重孔,因此本实用新型的重量轻,降低成本,节省材料;

[0037] 4、本实用新型结构布局合理、紧凑,连接强度刚度高,具有很好的制造工艺性。

附图说明

[0038] 图1为外形主视图;

[0039] 图2为剖视主视图;

[0040] 图3为俯视图;

[0041] 图4为A-A剖视图;

[0042] 图5为B-B剖视图(即微调组件的结构示意图);

[0043] 图6为俯仰及锁紧原理方位图;

[0044] 图7为平移及锁紧原理方位图;

[0045] 图8三维为轴侧视图;

[0046] 图9为三维剖视图;

[0047] 图中件号:1-折射镜、2-调平支撑底座、3-箱体、4-方为固定轴、5-推力球轴承、6-方位旋转轴、7-第一角接触球轴承、8-轴承定距环、10-力矩电机、11-轴承压盖、13-第一载物台、14-第一平移导轨安装盘、15-轨道、16-第二平移导轨安装盘、17-轴承座、18-第二轴承、19-俯仰轴、20-过渡架、21-第二载物台、22-螺纹杆、23-调整螺母、24-第一俯仰调节球

较、25-第二俯仰调节球铰、26-第一齿轮、27-第二齿轮、28-轴承箱体、29-蜗轮、30-蜗杆、31-偏心轴套、32-连接法兰、33-蜗杆轴、34-驱动电机。

具体实施方式

[0048] 如图1至图9,本实用新型提供了一种精密三维转台,包括垂直轴系、平移组件、俯仰组件和微调组件;垂直轴系包括包括折射镜1、调平支撑底座2、力矩电机10、轴承压盖11、第一载物台13、箱体3和设置在箱体内部的方位固定轴4、推力球轴承5、方位旋转轴6、第一角接触球轴承7、轴承定距环8;

[0049] 所述箱体底部设有通孔,箱体和折射镜均固定在调平支撑底座上;折射镜位于箱体底部的通孔内;箱体的侧壁设有两个通孔,这两个通孔相对,这两个通孔的中心轴线穿过所述折射镜;

[0050] 所述方位固定轴呈管状,方位固定轴设置在箱体底部,方位固定轴的中心轴线与箱体底部通孔的中心轴线重合;方位旋转轴呈管状,套接在方位固定轴上,第一角接触球轴承为一对,这一对角接触球轴承背对背安装于方位固定轴和方位旋转轴之间,这一对角接触球轴承的内径与方位固定轴配合连接、外径与方位旋转轴配合连接,这一对角接触球轴承之间内、外圈分别由轴承定距环支撑连接;方位固定轴和方位旋转轴上均设有止口凸台,本实用新型的一对角接触球轴承中,位于底部的角接触球轴承的内、外径沿轴向分别由方位固定轴和方位旋转轴的止口凸台支撑连接;这一对角接触球轴承中,位于上面的角接触球轴承的内、外径由轴承压盖压紧;轴承压盖与方位旋转轴和/或方位固定轴通过螺钉固定连接;

[0051] 推力球轴承是单向推力球轴承,套接在方位旋转轴上;推力球轴承包括上径环和下径环,下径环的外径大于上径环的外径,下径环与箱体底部接触;

[0052] 力矩电机装于方位旋转轴与箱体之间,力矩电机用于驱动方位旋转轴旋转;第一载物台水平固定于方位旋转轴上,第一载物台的中心设有通孔,该通孔的中心轴线与箱体底部通孔的中心轴线重合。

[0053] 平移组件包括第一平移导轨安装盘14和第二平移导轨安装盘16;第一平移导轨安装盘和第二平移导轨安装盘自下至上依次安装在第一载物台上,第一平移导轨安装盘和第二平移导轨安装盘上均设有通孔,这两个通孔的中心轴线均与箱体底部通孔的中心轴线重合;

[0054] 第二平移导轨安装盘位于第一平移导轨安装盘上面,第二平移导轨安装盘能够在第一平移导轨安装盘上滑动,滑动的路线为十字形。

[0055] 俯仰组件包括过渡架20、第二载物台21、轴承座17和固定在轴承座上的第二轴承18;

[0056] 所述俯仰轴有4个,4个俯仰轴在过渡架上沿圆周方向均匀布置,俯仰轴包括竖向段和横向段;竖向段与过渡架固连,所述第二轴承套接在横向段,所述轴承座有4个,这4个轴承座中,相对的两个轴承座固定于第二平移导轨安装盘的上表面,另外相对的两个轴承座固定于第二载物台的下表面;两组相对的两个轴承座连线构成的十字与第二平移导轨安装盘在第一平移导轨安装盘上滑动的路线重合。

[0057] 本实用新型还包括微调组件,微调组件包括第一齿轮26、第二齿轮27、轴承箱体

28、蜗轮29、蜗杆30、偏心轴套31、蜗杆轴33和驱动电机34；

[0058] 第一齿轮、第二齿轮、轴承箱体和蜗轮均位于箱体内；第一齿轮与第二齿轮啮合，第一齿轮通过螺钉与方位旋转轴固定连接，第二齿轮与蜗轮均固定在轴承箱上，轴承箱内安装有定位轴承，轴承箱固定在箱体内壁；

[0059] 驱动电机位于所述箱体外部，驱动电机输出轴与蜗杆轴的一端固定连接，蜗杆轴的另一端与蜗杆连接，偏心轴套套接在蜗杆轴的中间段，通过调节偏心轴套沿水平方向的偏心量，实现调整蜗杆蜗轮之间的距离，即微调功能的使用与禁用；偏心轴套上设有连接法兰，连接法兰通过螺钉固定安装于箱体外壁；通过偏心套筒实现蜗轮与蜗杆的啮合与分离，在蜗轮与蜗杆啮合的情况下，驱动电机带动蜗杆旋转，蜗杆旋转带动蜗轮旋转，进而带动第二齿轮旋转，第二齿轮带动第一齿轮旋转，进而带动方位旋转轴旋转，实现了本实用新型的转动。

[0060] 俯仰组件还包括螺纹杆22、调整螺母23、第一俯仰调节球铰24和第二俯仰调节球铰25，过渡架上设有4个沿圆周均布的通孔，通孔靠近所述轴承座，所述螺纹杆有4个，每个螺纹杆穿过一个通孔；所述调整螺母设置在螺纹杆的上下两端；

[0061] 通孔上下两端的过渡架上均设有凹槽，两个凹槽内分别对称装入第一俯仰调节球铰和第二俯仰调节球铰，第一俯仰调节球铰的凹面和第二俯仰调节球铰的凸面配合装配；

[0062] 固定于第二平移导轨安装盘上表面的轴承座为第一轴承座，固定于第二载物台下表面的轴承座为第二轴承座；

[0063] 靠近第一轴承座的螺纹杆固定于第二载物台的下表面，靠近第二轴承座的螺纹杆固定于第二平移导轨安装盘的上表面。通过调节螺母位置实现第二载物台的俯仰调节。

[0064] 所述第一平移导轨安装盘固定于第一载物台上，第一平移导轨安装盘上表面安装有第一轨道，第一轨道呈十字形，第一轨道的中心位于第一平移导轨安装盘的中心处，第二平移导轨安装盘下表面安装有第二轨道，第二轨道呈十字形，第二轨道的中心位于第二平移导轨安装盘的中心处，第一轨道和第二轨道通过滚动导轨滑块连接，第一轨道和第二轨道的端头处均设置有定位锁紧装置。

[0065] 第二轴承可采用角接触球轴承、条心球轴承或滚球轴承；方位固定轴、方位旋转轴、第一载物台、过渡架和/或第二载物台设置有减重孔。

[0066] 所述箱体内壁设有第一凸台法兰，方位旋转轴外壁设有第二凸台法兰，力矩电机包括定环和动环，所述定环与第一凸台法兰通过螺钉固定连接，动环与第二凸台法兰通过螺钉固定连接。

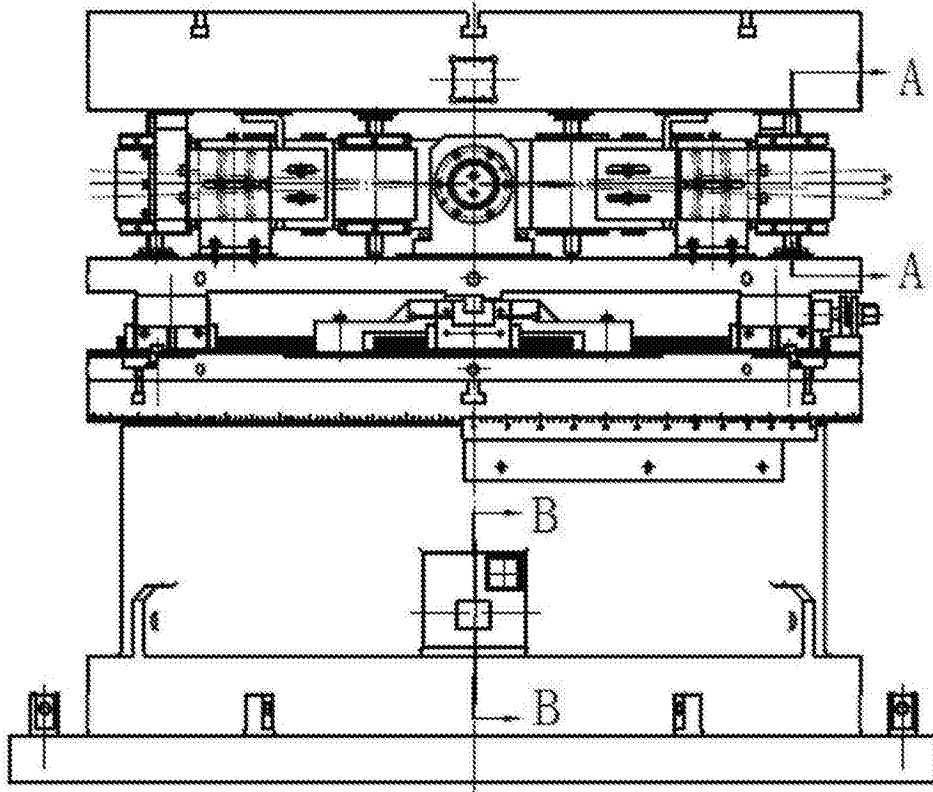


图1

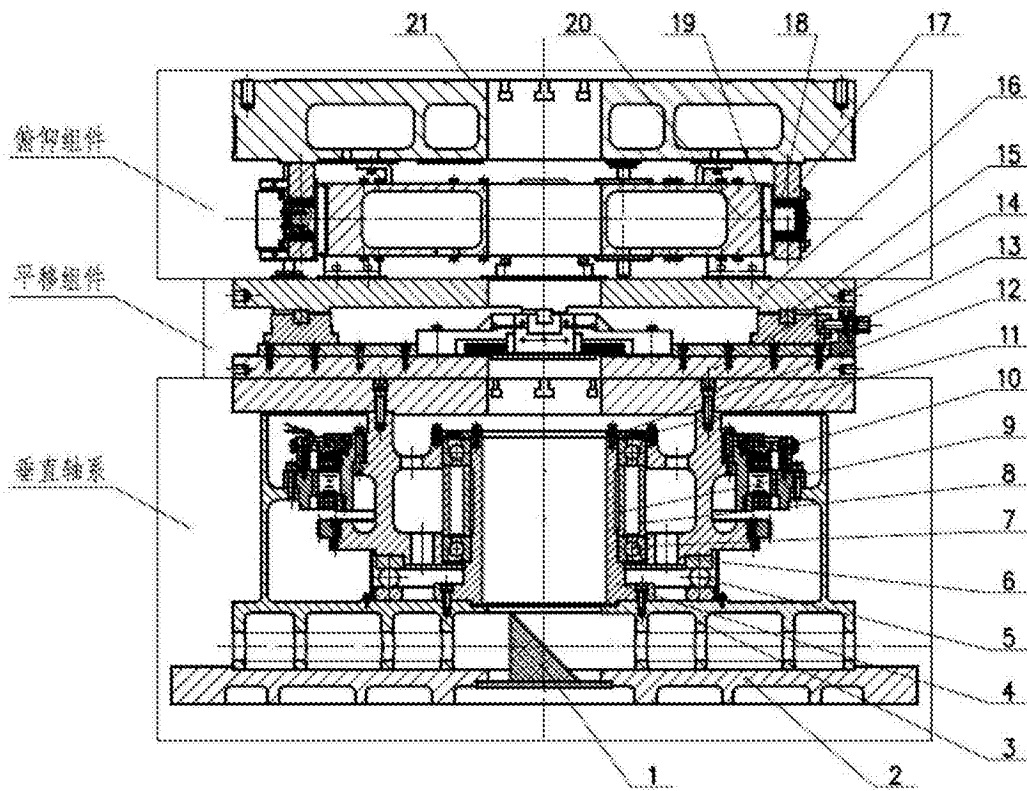


图2

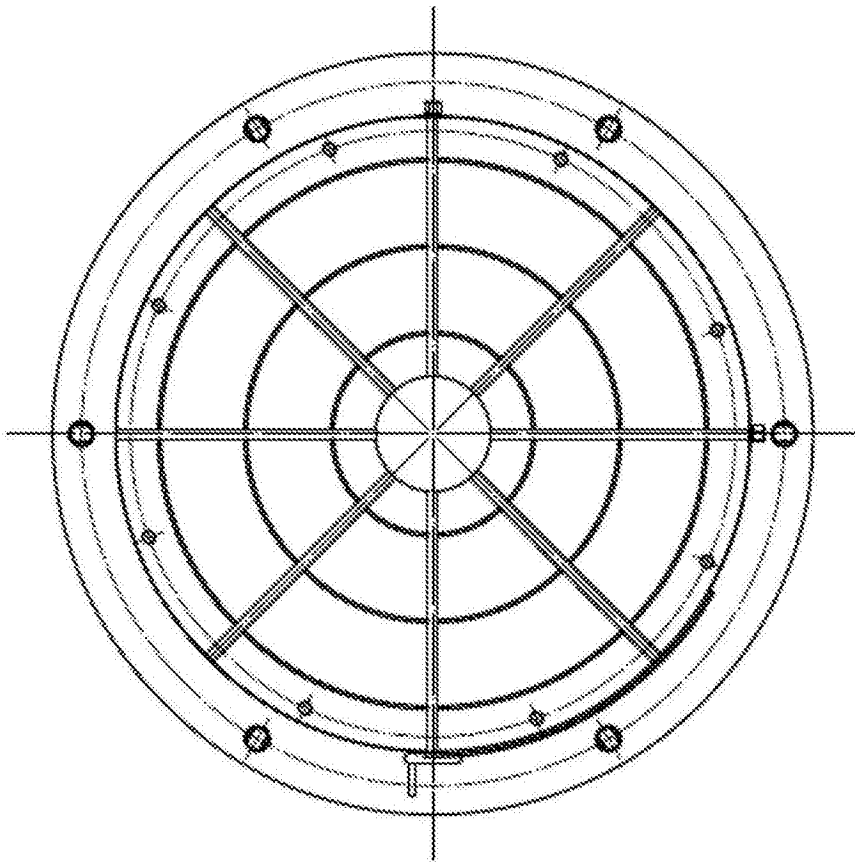


图3

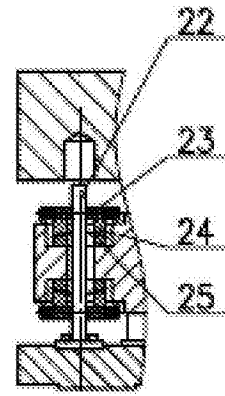


图4

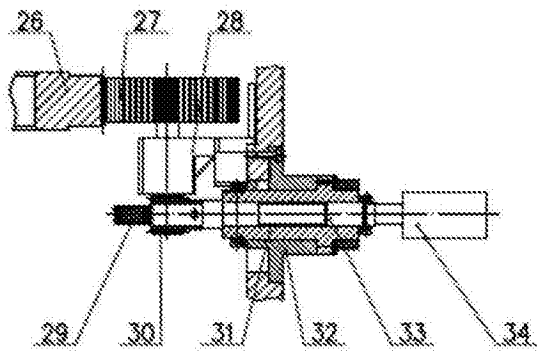


图5

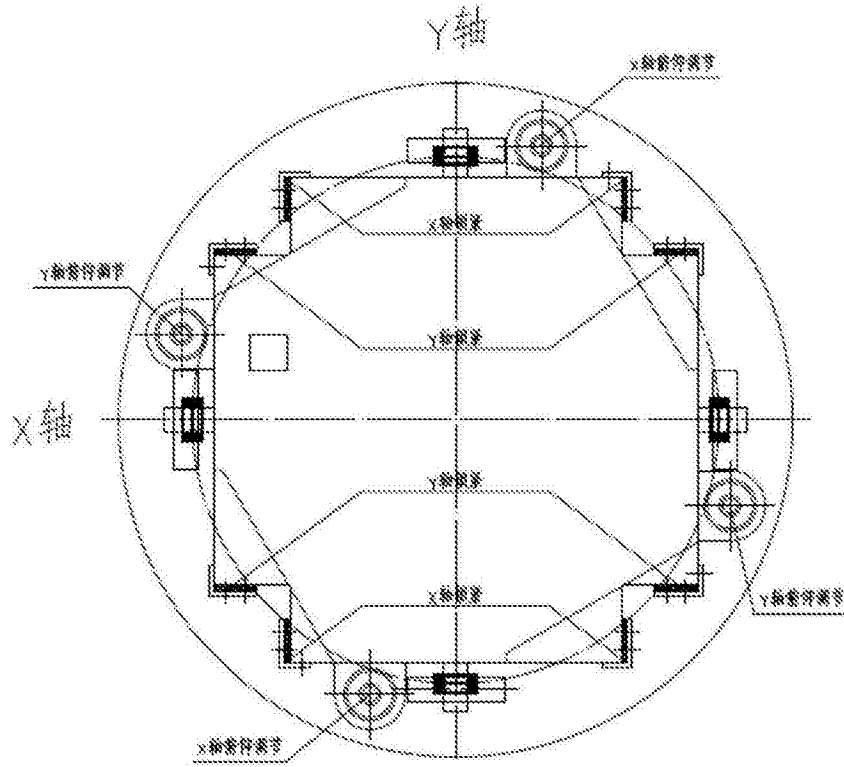


图6

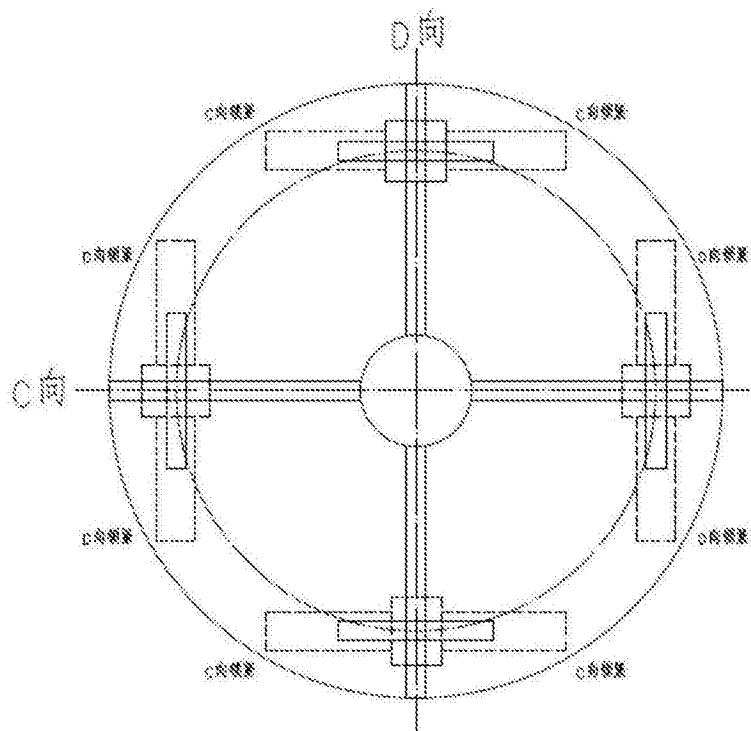


图7

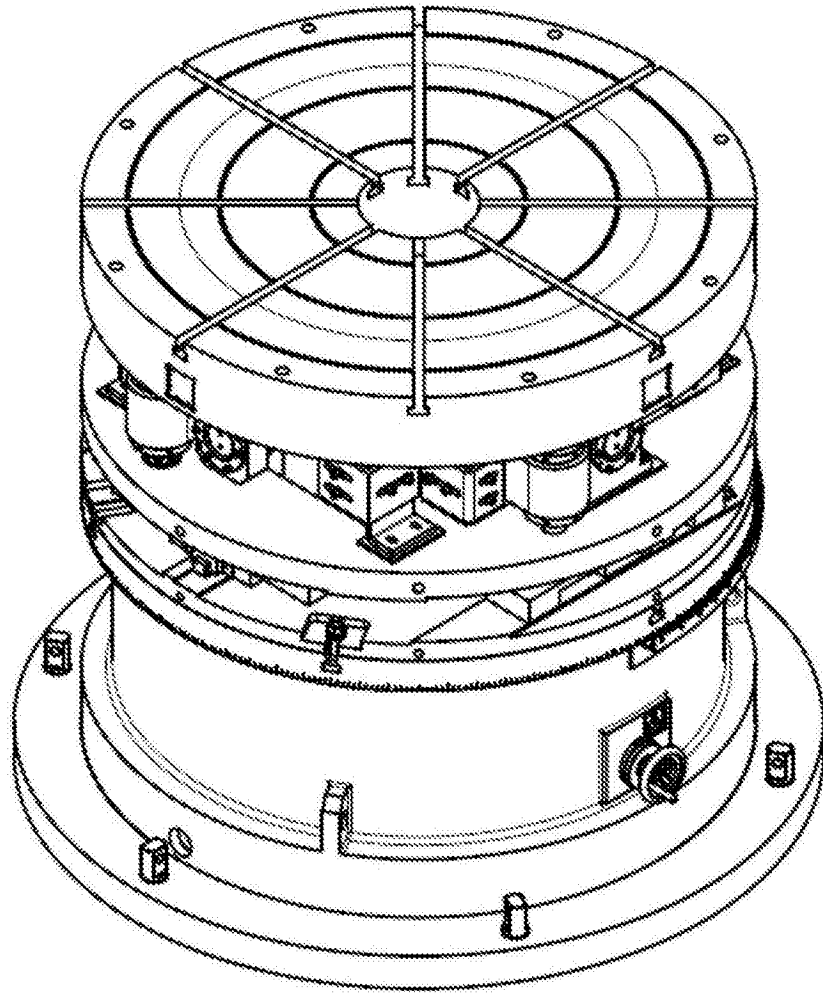


图8

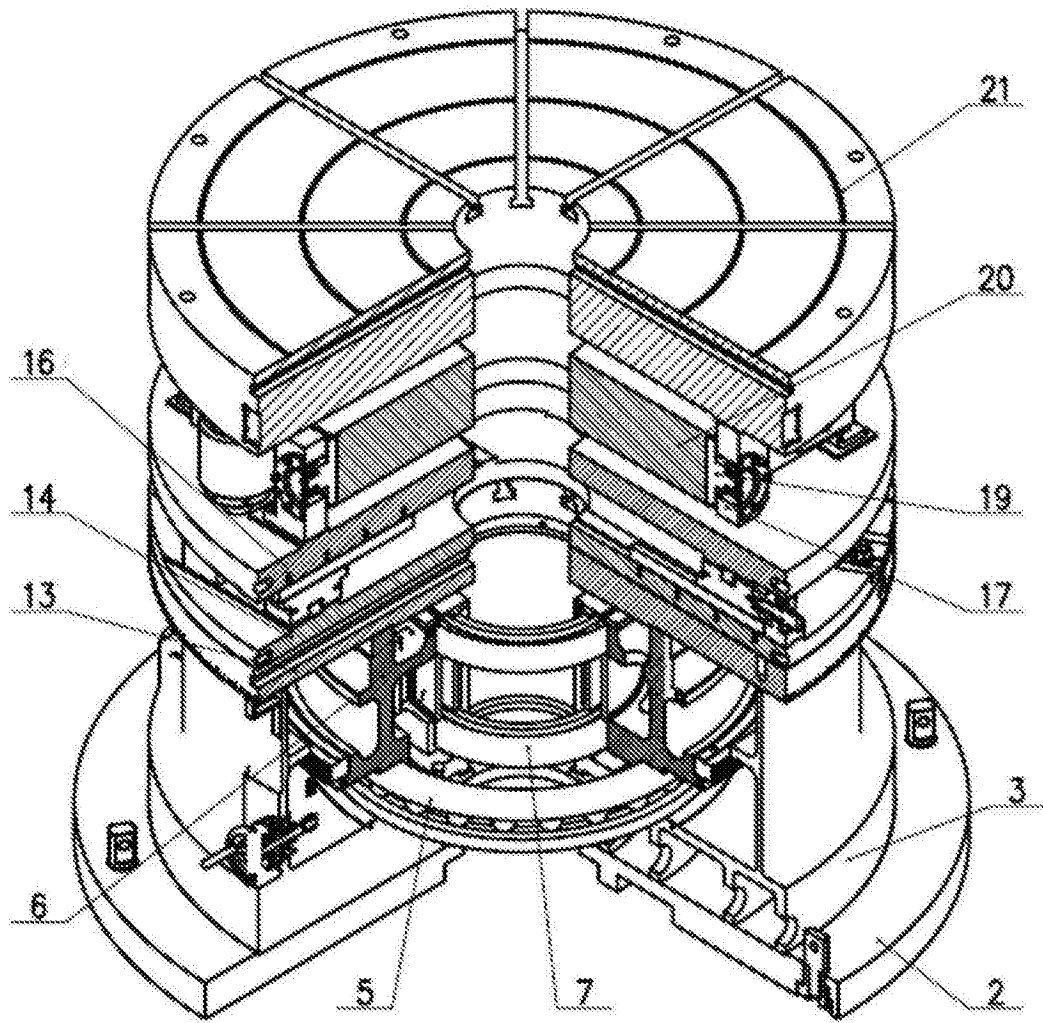


图9