



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113607040 A

(43) 申请公布日 2021. 11. 05

(21) 申请号 202110932777.1

(22) 申请日 2021.08.13

(71) 申请人 中国科学院新疆天文台

地址 830011 新疆维吾尔自治区乌鲁木齐市  
市新市区科学一街150号

(72) 发明人 许多祥 许谦 王娜

(74) 专利代理机构 西安通大专利代理有限责任  
公司 61200

代理人 姚咏华

(51) Int. Cl.

G01B 7/14 (2006.01)

G01B 7/30 (2006.01)

G01B 7/00 (2006.01)

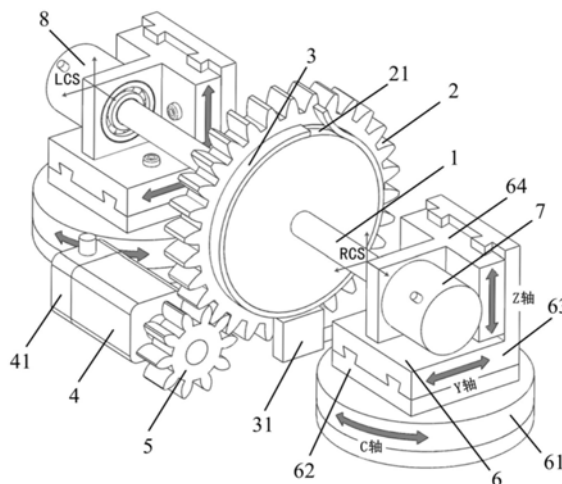
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

一种天线俯仰机构误差识别与测量平台及方法

(57) 摘要

本发明公开了一种天线俯仰机构误差识别与测量平台及方法,俯仰轴穿过俯仰齿轮通过三自由度调节台支撑,左、右侧增量式编码器分别设于俯仰轴两端;通过齿轮啮合俯仰齿轮带动其旋转;磁栅测量机构位于俯仰齿轮上。控制器分别获取驱动系统反馈的小齿轮旋转脉冲信号、磁栅测量机构反馈的俯仰齿轮旋转脉冲信号,左、右侧增量式编码器反馈的俯仰轴左右端部旋转脉冲信号,计算机获取并比较小齿轮旋转脉冲信号和俯仰齿轮旋转脉冲信号、俯仰轴左右端部旋转脉冲信号和俯仰齿轮旋转脉冲信号,识别并测量出齿隙和安装误差。本发明平台结构简单,通过调节俯仰轴两端的空间位置,利用四路编码器信号,实现包括齿隙误差、轴承转动误差等对俯仰精度产生影响的误差的识别与测量。



1. 一种天线俯仰机构误差识别与测量平台,其特征在于,包括俯仰轴、俯仰齿轮、磁栅测量机构、驱动系统、三自由度调节台、左、右侧增量式编码器、控制器和计算机;其中:

俯仰轴穿过俯仰齿轮通过三自由度调节台支撑,左、右侧增量式编码器分别设于俯仰轴两端;驱动系统位于俯仰齿轮一侧,通过小齿轮啮合俯仰齿轮带动其旋转;磁栅测量机构位于俯仰齿轮上;

控制器分别获取驱动系统反馈的小齿轮旋转脉冲信号、磁栅测量机构反馈的俯仰齿轮旋转脉冲信号,左、右侧增量式编码器反馈的俯仰轴左右端部旋转脉冲信号;

计算机获取并比较小齿轮旋转脉冲信号和俯仰齿轮旋转脉冲信号,识别并测量出小齿轮与俯仰齿轮之间的齿隙误差;

计算机获取并比较俯仰轴左右端部旋转脉冲信号和俯仰齿轮旋转脉冲信号,识别并测量出俯仰轴左右端部与俯仰轴中部之间的轴承安装误差。

2. 根据权利要求1所述的天线俯仰机构误差识别与测量平台,其特征在于,所述驱动系统包括驱动电机、小齿轮和绝对式编码器,绝对式编码器设在驱动电机上,驱动电机输出轴连接小齿轮,小齿轮与俯仰齿轮啮合。

3. 根据权利要求1所述的天线俯仰机构误差识别与测量平台,其特征在于,所述磁栅测量机构包括柔性磁栅尺和读数头,柔性磁栅尺紧密贴合在俯仰齿轮侧面,读数头设在俯仰齿轮底部。

4. 根据权利要求1所述的天线俯仰机构误差识别与测量平台,其特征在于,俯仰轴通过轴承安装于三自由度调节台上,俯仰齿轮安装在俯仰轴中部,左、右侧增量式编码器分别设在俯仰轴两端部。

5. 根据权利要求1所述的天线俯仰机构误差识别与测量平台,其特征在于,所述三自由度调节台包括旋转台、双燕尾凸台、L型平移台和T型轴承架,旋转台、双燕尾凸台和L型平移台从下自上依次叠层设置,T型轴承架架设在L型平移台上,俯仰齿轮架设在T型轴承架上。

6. 根据权利要求5所述的天线俯仰机构误差识别与测量平台,其特征在于,所述旋转台包括固定基座和转台,用于提供三自由度调节台绕Z轴方向的旋转。

7. 根据权利要求6所述的天线俯仰机构误差识别与测量平台,其特征在于,L型平移台的底部和内侧面分别设有燕尾槽和燕尾凸台,通过燕尾槽与双燕尾凸台连接,通过燕尾凸台与T型轴承架的燕尾槽连接。

8. 根据权利要求7所述的天线俯仰机构误差识别与测量平台,其特征在于,旋转台可手动调节产生绕Z轴的相对旋转,T型轴承架可手动调节产生沿Z轴的位移。

9. 根据权利要求7所述的天线俯仰机构误差识别与测量平台,其特征在于,L型平移台和T型轴承架上的燕尾槽内底面分别设有固定机构,固定机构包括锁紧螺钉和锁紧片。

10. 一种基于权利要求1-9任一项所述平台的天线俯仰机构误差识别与测量方法,其特征在于,包括:

小齿轮与俯仰齿轮之间啮合,绝对式编码器反馈小齿轮旋转角度并发送脉冲信号A至控制器;

读数头反馈俯仰齿轮旋转角度并发送脉冲信号D至控制器;

俯仰轴左端增量式编码器反馈俯仰轴左端旋转角度并发送脉冲信号B至控制器;

俯仰轴右端增量式编码器反馈俯仰轴右端旋转角度并发送脉冲信号C至控制器;

控制器将反馈信号D与反馈信号A上传至计算机,在计算机中比较反馈信号D与反馈信号A,识别并测量出小齿轮与俯仰齿轮之间的齿隙误差;

控制器将反馈信号D与反馈信号B上传至计算机,在计算机中比较反馈信号D与反馈信号B,识别并测量出俯仰轴左端的轴承安装误差;

控制器将反馈信号D与反馈信号C上传至计算机,在计算机中比较反馈信号D与反馈信号C,识别并测量出俯仰轴右端的轴承安装误差。

## 一种天线俯仰机构误差识别与测量平台及方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及属于天文装备技术领域,具体涉及一种天线俯仰机构误差识别与测量平台及其误差识别与测量方法。

### 背景技术

[0002] 射电望远镜作为观测空间目标的主要设备,其定位精度是体现其性能的基本参数之一。影响射电望远镜定位精度的因素有很多,包括方位机构误差、俯仰机构误差、主反射面变形误差等结构因素引起的误差。其中,方位机构误差和俯仰机构误差属于轴系误差,二者均包含齿轮传动链和轴承传动链,且对射电望远镜定位精度的影响复杂而又巨大。

[0003] 目前,受加工装配及人工安装不精确等多方面因素的影响,主动齿轮与从动齿轮之间不可避免的存在齿隙,轴承自身以及轴与轴承之间存在的游隙也很难完全消除,而且在误差识别也测量方面,还存在以下问题:

[0004] 1) 常用的误差处理方法更多在软件修正层面,例如使用控制算法修正响应滞后等问题,而在硬件层面,却很少对其测量并修正。

[0005] 2) 常见的误差处理方法是对多种因素引起的综合误差进行处理,在对齿轮传动时的齿隙、俯仰轴两端轴承同轴度和轴承自身游隙的等单项误差的测量和修正较少。

### 发明内容

[0006] 为了识别并测量射电望远镜俯仰机构在收到俯仰指令时,驱动电机的输出角度与俯仰齿轮的执行角度之间存在的误差,本发明提出了一种天线俯仰机构误差识别与测量平台及其方法,本发明的误差测量平台结构简单,通过调节俯仰轴两端的空间位置,利用四路编码器信号,实现包括齿隙误差、轴承转动误差等对俯仰精度产生影响的误差的识别与测量。

[0007] 本发明是通过下述技术方案来实现的。

[0008] 本发明一方面,提供了一种天线俯仰机构误差识别与测量平台,包括俯仰轴、俯仰齿轮、磁栅测量机构、驱动系统、三自由度调节台、左、右侧增量式编码器、控制器和计算机;其中:

[0009] 俯仰轴穿过俯仰齿轮通过三自由度调节台支撑,左、右侧增量式编码器分别设于俯仰轴两端;驱动系统位于俯仰齿轮一侧,通过小齿轮啮合俯仰齿轮带动其旋转;磁栅测量机构位于俯仰齿轮上;

[0010] 控制器分别获取驱动系统反馈的小齿轮旋转脉冲信号、磁栅测量机构反馈的俯仰齿轮旋转脉冲信号,左、右侧增量式编码器反馈的俯仰轴左右端部旋转脉冲信号;

[0011] 计算机获取并比较小齿轮旋转脉冲信号和俯仰齿轮旋转脉冲信号,识别并测量出小齿轮与俯仰齿轮之间的齿隙误差;

[0012] 计算机获取并比较俯仰轴左右端部旋转脉冲信号和俯仰齿轮旋转脉冲信号,识别并测量出俯仰轴左右端部与俯仰轴中部之间的轴承安装误差。

[0013] 对于上述技术方案,本发明还有进一步优选的方案:

[0014] 优选的,所述驱动系统包括驱动电机、小齿轮和绝对式编码器,绝对式编码器设在驱动电机上,驱动电机输出轴连接小齿轮,小齿轮与俯仰齿轮啮合。

[0015] 优选的,所述磁栅测量机构包括柔性磁栅尺和读数头,柔性磁栅尺紧密贴合在俯仰齿轮侧面,读数头设在俯仰齿轮底部。

[0016] 优选的,俯仰轴通过轴承安装于三自由度调节台上,俯仰齿轮安装在俯仰轴中部,左、右侧增量式编码器分别设在俯仰轴两端部。

[0017] 优选的,所述三自由度调节台包括旋转台、双燕尾凸台、L型平移台和T型轴承架,旋转台、双燕尾凸台和L型平移台从下自上依次叠层设置,T型轴承架架设在L型平移台上,俯仰齿轮架设在T型轴承架上。

[0018] 优选的,所述旋转台包括固定基座和转台,用于提供三自由度调节台绕Z轴方向的旋转。

[0019] 优选的,L型平移台的底部和内侧面分别设有燕尾槽和燕尾凸台,通过燕尾槽与双燕尾凸台连接,通过燕尾凸台与T型轴承架的燕尾槽连接。

[0020] 优选的,旋转台可手动调节产生绕Z轴的相对旋转,T型轴承架可手动调节产生沿Z轴的位移。

[0021] 优选的,L型平移台和T型轴承架上的燕尾槽内底面分别设有固定机构,固定机构包括锁紧螺钉和锁紧片。

[0022] 本发明另一方面,提供了一种所述平台的天线俯仰机构误差识别与测量方法,包括:

[0023] 小齿轮与俯仰齿轮之间啮合,绝对式编码器反馈小齿轮旋转角度并发送脉冲信号A至控制器;

[0024] 读数头反馈俯仰齿轮旋转角度并发送脉冲信号D至控制器;

[0025] 俯仰轴左端增量式编码器反馈俯仰轴左端旋转角度并发送脉冲信号B至控制器;

[0026] 俯仰轴右端增量式编码器反馈俯仰轴右端旋转角度并发送脉冲信号C至控制器;

[0027] 控制器将反馈信号D与反馈信号A上传至计算机,在计算机中比较反馈信号D与反馈信号A,识别并测量出小齿轮与俯仰齿轮之间的齿隙误差;

[0028] 控制器将反馈信号D与反馈信号B上传至计算机,在计算机中比较反馈信号D与反馈信号B,识别并测量出俯仰轴左端的轴承安装误差;

[0029] 控制器将反馈信号D与反馈信号C上传至计算机,在计算机中比较反馈信号D与反馈信号C,识别并测量出俯仰轴右端的轴承安装误差。

[0030] 本发明由于采取以上技术方案,具有以下有益效果:

[0031] 在本发明中,俯仰轴中部因为齿轮的重力因素会有微小弯曲变形,导致俯仰轴中间和两端转动角度存在差异;而且由于俯仰轴左端安装有支撑轴承,轴承存在安装误差;俯仰轴左、右端与中部因为轴承的存在和轴的变形会有不同的旋转角度,位于左、右端的增量式编码器和位于中部的磁栅机构可分别采集其信号,绝对编码器、读数头和增量编码器采集并反馈旋转角度脉冲信号,通过比较四路反馈信号可识别并测量各项分误差。比较反馈信号D与反馈信号A,可识别并测量出齿隙误差;比较反馈信号D与反馈信号B,可识别并测量出俯仰轴左端轴承造成的误差;比较反馈信号D与反馈信号C,可识别并测量出俯仰轴右端

轴承造成的误差。而且,通过两台3自由度调节台调节俯仰轴两端空间位置,可识别并测量俯仰轴端部轴承不同同轴度下的误差。

[0032] 在本发明中,三自由度调节台水平和垂直方向自由度通过双燕尾凸台、L型平移台和T型轴承架等结构件配合实现,且三者滑轨都采用双燕尾的形式,保证平稳位移的同时减少额外误差因素。

[0033] 在本发明中,将俯仰齿轮和柔性磁栅尺贴合载体一体化,减少了在俯仰轴安装额外载体所带来的误差,使得俯仰齿轮的转角测量可直接通过读数头读取。

## 附图说明

[0034] 此处所说明的附图用来提供对本发明的进一步理解,构成本申请的一部分,并不构成对本发明的不当限定,在附图中:

[0035] 图1为本发明实施例中测量台的三维示意图;

[0036] 图2为本发明实施例中“L”型平移台双燕尾槽和双燕尾凸台示意图;

[0037] 图3为图1中三自由度调节台的固定机构三维示意图;

[0038] 图4为图1中三自由度调节台的固定机构剖面示意图;

[0039] 图5为本发明中误差识别与测量原理图;

[0040] 图6为本发明误差识别与测量方法流程框图。

[0041] 图中:1、俯仰轴;2、俯仰齿轮;3、柔性磁栅尺;31、读数头;4、驱动电机;41、绝对式编码器;5、小齿轮;6、三自由度调节台;61、旋转台;62、双燕尾凸台;63、L型平移台;64、T型轴承架;65、燕尾槽;66、燕尾凸台;67、锁紧片;68、凹槽;69、锁紧螺钉;7、右侧增量式编码器;8、左侧增量式编码器。

## 具体实施方式

[0042] 下面将结合附图以及具体实施例来详细说明本发明,在此本发明的示意性实施例以及说明用来解释本发明,但并不作为对本发明的限定。

[0043] 如图1所示,本发明实施例提供的天线俯仰机构误差识别与测量平台,包括俯仰轴1、俯仰齿轮2、磁栅测量机构(柔性磁栅尺3、读数头31)、驱动系统(驱动电机4、小齿轮5、和绝对式编码器41)、三自由度调节台6、右侧增量式编码器7、左侧增量式编码器8、控制器和计算机。其中,俯仰轴1穿过俯仰齿轮2两端部通过三自由度调节台6支撑,右侧增量式编码器7和左侧增量式编码器8分别设于俯仰轴1两端;驱动系统位于俯仰齿轮一侧,驱动系统通过小齿轮啮合俯仰齿轮2带动其旋转,控制器分别获取驱动系统反馈的小齿轮5旋转脉冲信号、磁栅测量机构反馈的俯仰齿轮2旋转脉冲信号,左、右侧增量式编码器8、7反馈的俯仰轴1左右端部旋转脉冲信号;计算机获取并比较小齿轮5旋转脉冲信号和俯仰齿轮2旋转脉冲信号,识别并测量出小齿轮5与俯仰齿轮2之间的齿隙误差;计算机获取并比较俯仰轴1左右端部旋转脉冲信号和俯仰齿轮2旋转脉冲信号,识别并测量出俯仰轴1左右端部与俯仰轴1中部之间的轴承安装误差。

[0044] 其中,俯仰轴1、俯仰齿轮2、右侧增量式编码器7和左侧增量式编码器8位于同一轴线上。俯仰轴1左右分别安装于三自由度调节台6上,俯仰轴1中间安装俯仰齿轮2,俯仰轴1左右端部各安装一只增量式编码器,增量式编码器中心与俯仰轴过盈配合连接,端面与T型

轴承架固定连接。

[0045] 如图1所示,驱动系统包括驱动电机4、小齿轮5和绝对式编码器41,驱动电机4输出轴连接小齿轮5,绝对式编码器41设在驱动电机4上;小齿轮为主动齿轮,驱动电机4输出轴连接小齿轮5与俯仰齿轮2啮合,俯仰齿轮为从动齿轮,由驱动电机4带动小齿轮5做旋转运动,进而带动与小齿轮4啮合的俯仰齿轮5做旋转运动。

[0046] 俯仰齿轮2侧面设有凸台,磁栅测量机构的柔性磁栅尺3紧密贴合在凸台上,用于和俯仰齿轮2产生同步旋转。在俯仰齿轮2底部设有读数头31,柔性磁栅尺与读数头之间存在微小间隙,读数头通过柔性磁栅尺读取俯仰轴的旋转信号,反馈俯仰齿轮2的旋转角度。

[0047] 结合图1和图2所示,三自由度调节台6包括旋转台61、双燕尾凸台62、L型平移台63和T型轴承架64。其中,旋转台61位于三自由度调节台6的最底层,包括固定基座和转台,转台位于固定基座上方,用于提供三自由度调节台6绕Z轴方向的旋转。双燕尾凸台62位于旋转台61转台上方,为矩形结构,双燕尾凸台62底面与旋转台61固定,上面设有两道燕尾型凸台。L型平移台63位于双燕尾凸台62上方,为L型结构,在L型平移台63的底面设有两道燕尾槽65,在L型平移台63的内侧面设有两道燕尾凸台66,两道燕尾槽65分别与双燕尾凸台62顶部的两道燕尾型凸台紧密配合,两者用于提供三自由度调节台6沿Y轴方向的平移。在L型平移台63上连接一个T型轴承架64,T型轴承架64为一个横向设置的T型架,在T型轴承架64底面设有两道燕尾槽,与L型平移台63的内侧双燕尾凸台紧密配合,两者用于提供三自由度调节台6沿Z轴方向的平移。

[0048] 旋转台61可手动调节产生绕Z轴的相对旋转,双燕尾凸台62固定安装于旋转台61上,L型平移台63与双燕尾凸台62间隙配合连接,并且,L型平移台63可手动调节产生沿Y轴的位移,T型轴承架64与L型平移台63间隙配合连接,并且,T型轴承架64可手动调节产生沿Z轴的位移。

[0049] 在T型轴承架64上装有轴承,用于为俯仰轴1提供径向支撑,且T型轴承架64分别固定连接左侧增量式编码器7和右侧增量式编码器8,左侧增量式编码器7与右侧增量式编码器8为空心轴结构,可分别与俯仰轴两端配合安装,实现同步旋转。

[0050] 结合图1、图2、图3和图4所示,L型平移台63和T型轴承架64上的双燕尾槽内底面分别设有固定机构,固定机构包括锁紧片67、凹槽68和锁紧螺钉69。其中,锁紧片67可嵌于凹槽68中,并通过锁紧螺钉69将L型平移台63与双燕尾凸台62连接、将T型轴承架64与L型平移台63连接。

[0051] 在三自由度调节台6需要在Y向或Z向固定时,旋紧锁紧螺钉69,锁紧片67凸出于凹槽68表面,或与燕尾槽底面保持同一水平面,且使得锁紧片67与燕尾凸台产生摩擦力。在三自由度调节台6需要在Y向或Z向有位移时,松动锁紧螺钉69,锁紧片67与燕尾凸台之间摩擦力减小,燕尾凸台与燕尾槽可以相对滑动。

[0052] 俯仰轴1两端的空间位置由左右两侧三自由度调节台6分别进行调节。

[0053] 结合图1和图5所示,驱动电机4尾部的绝对式编码器41记录驱动电机4的小齿轮5旋转输出角度并反馈信号A。俯仰轴1左侧增量式编码器8记录俯仰轴1左端旋转角度并反馈信号B,俯仰轴1右侧增量式编码器7记录俯仰轴1右端旋转角度并反馈信号C,读数头31记录俯仰齿轮凸台21表面的柔性磁栅尺3的旋转角度并反馈信号D。

[0054] 如图5结合图6所示,测量时,小齿轮5与俯仰齿轮2之间存在齿轮传动链,驱动电机

4尾部的绝对式编码器41反馈小齿轮5的旋转脉冲信号A至控制器;读数头31反馈俯仰齿轮2的旋转脉冲信号D至控制器;俯仰轴1中部与俯仰轴1左端之间存在有左端轴承传动链,俯仰轴1左端增量式编码器8反馈俯仰轴1左端旋转脉冲信号B至控制器;俯仰轴1中部与俯仰轴1右端之间存在有右端轴承传动链,俯仰轴1右端增量式编码器8反馈俯仰轴1右端旋转角度并发脉冲信号C至控制器;通过手动调节俯仰齿轮2与小齿轮5之间啮合的齿隙,控制器将反馈信号D与反馈信号A上传至计算机,在计算机中比较反馈信号D与反馈信号A,可识别并测量出小齿轮与俯仰齿轮之间的齿隙误差;通过三自由度调节台6调节俯仰轴1左端空间位置,控制器将反馈信号D与反馈信号B上传至计算机,在计算机中比较反馈信号D与反馈信号B,可识别并测量出俯仰轴左端轴承造成的误差;通过三自由度调节台6调节俯仰轴1右端空间位置,控制器将反馈信号D与反馈信号C上传至计算机,在计算机中比较反馈信号D与反馈信号C,可识别并测量出俯仰轴右端轴承造成的误差。

[0055] 本发明并不局限于上述实施例,在本发明公开的技术方案的基础上,本领域的技术人员根据所公开的技术内容,不需要创造性的劳动就可以对其中的一些技术特征作出一些替换和变形,这些替换和变形均在本发明的保护范围内。

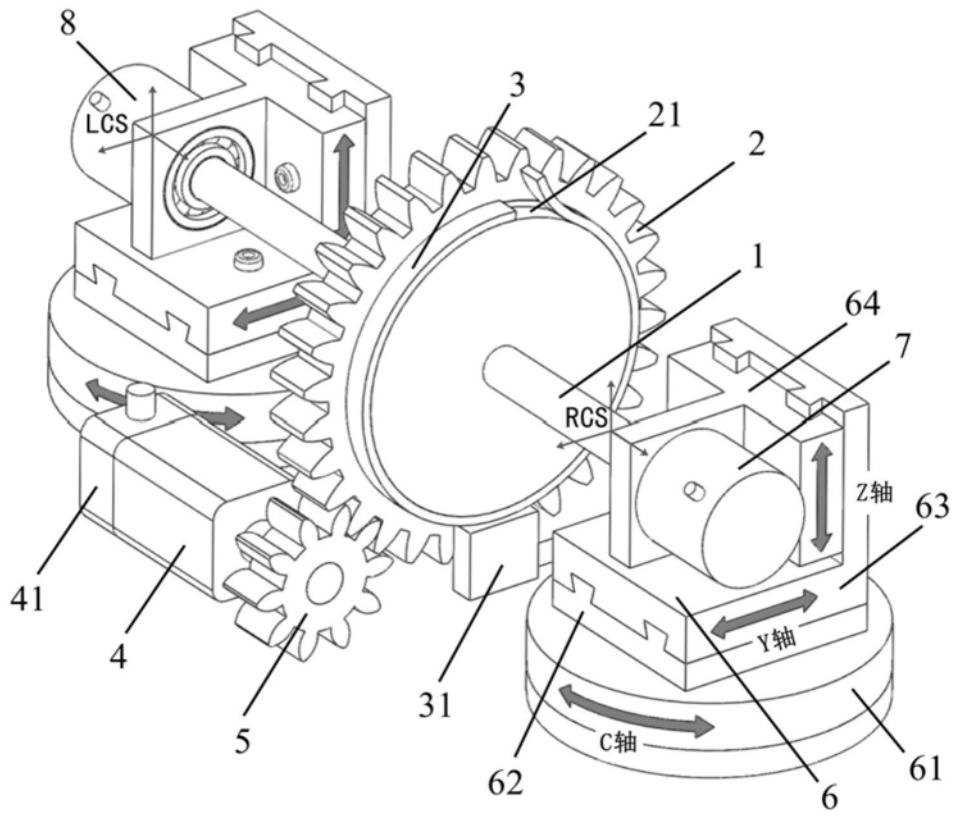


图1

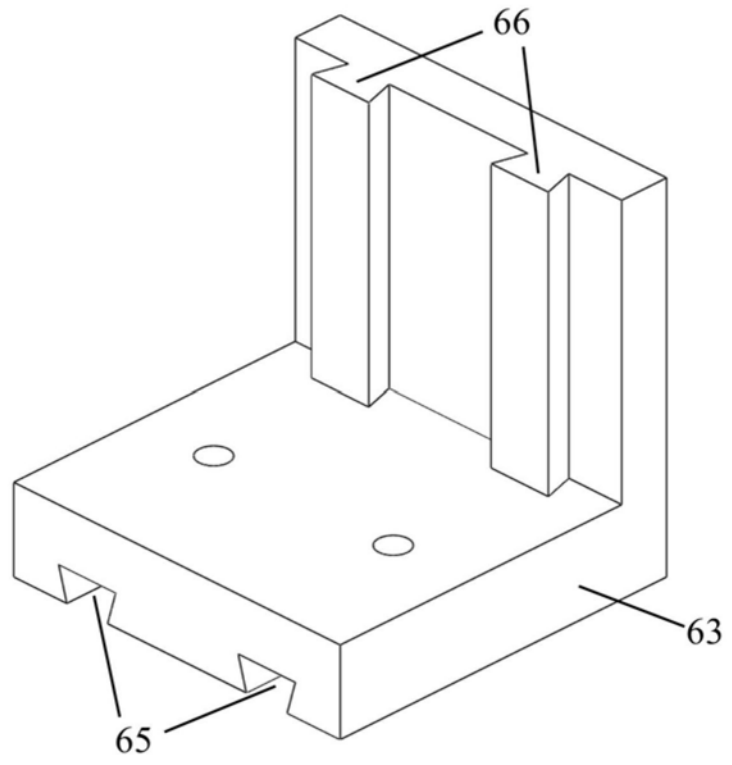


图2

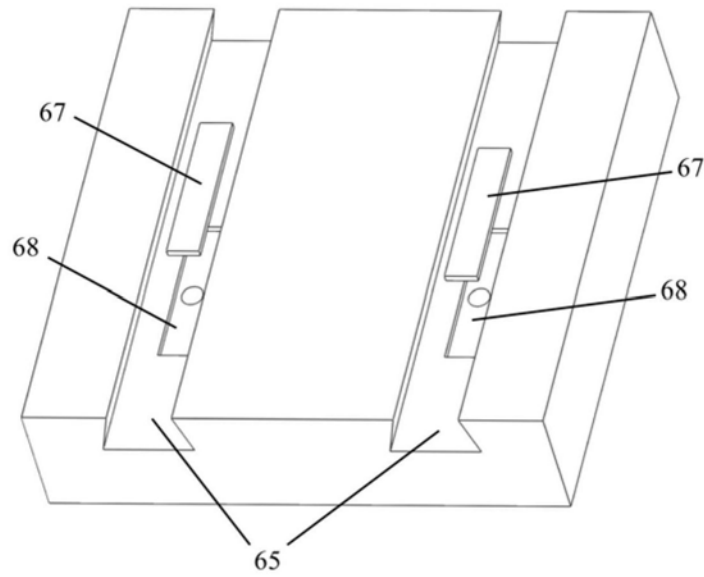


图3

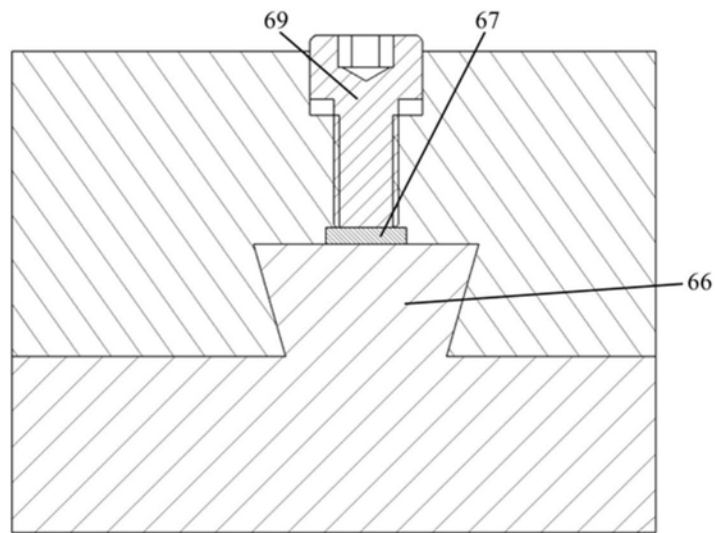


图4

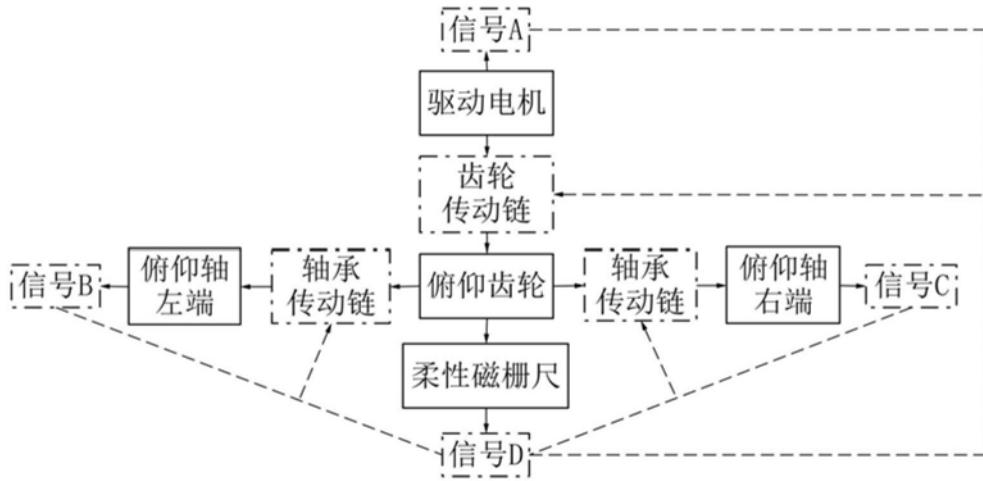


图5

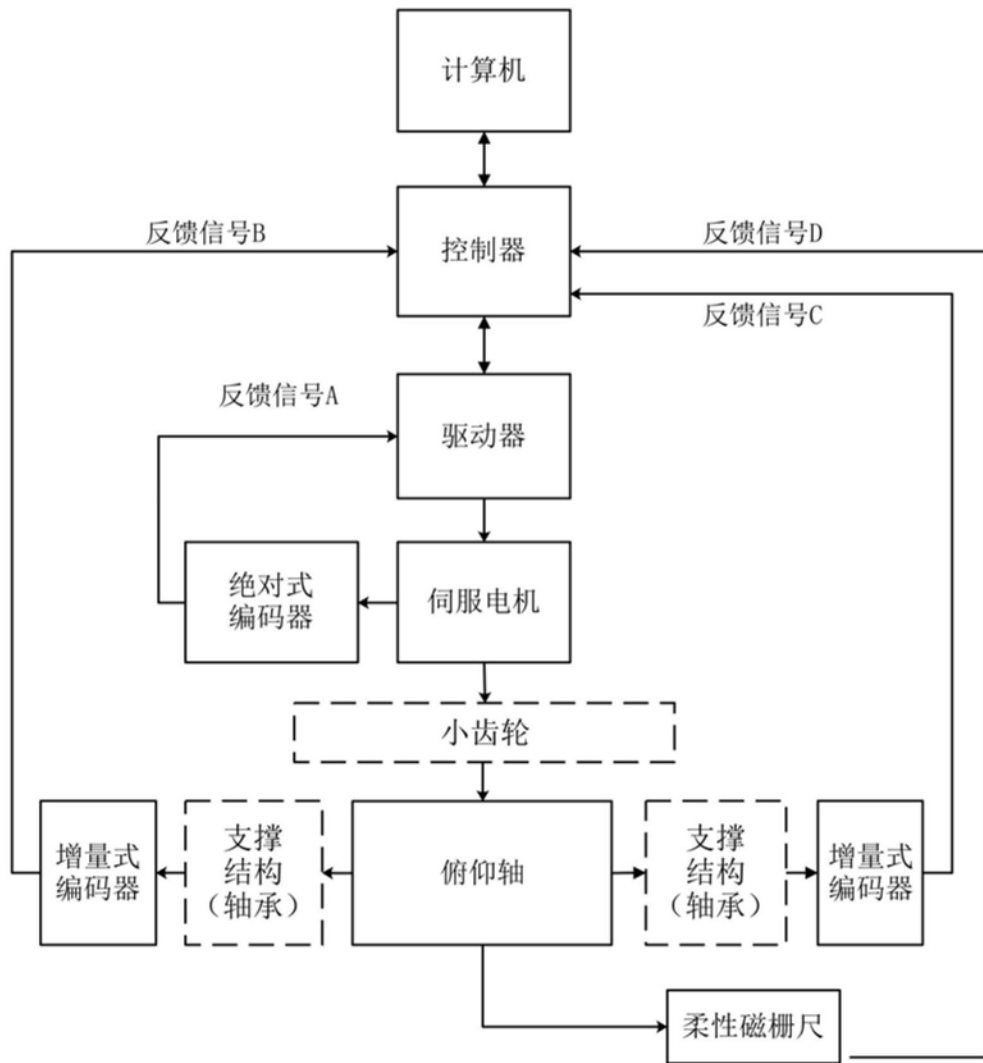


图6