



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 117074798 B

(45) 授权公告日 2024.05.17

(21) 申请号 202311011711.4

(22) 申请日 2023.08.11

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 117074798 A

(43) 申请公布日 2023.11.17

(73) 专利权人 河北斐然科技有限公司
地址 050035 河北省石家庄市高新区中山
东路856号1号楼715

(72) 发明人 耿林林 梁小宏 梁小乐 旋海英
朱晓宁 王志强 燕志业 耿立杰
王哲雷 沈永明

(74) 专利代理机构 石家庄轻拓知识产权代理事
务所(普通合伙) 13128
专利代理师 王现杰

(51) Int. Cl.
G01R 29/10 (2006.01)
G01R 29/08 (2006.01)
G01R 1/04 (2006.01)

(56) 对比文件

- CN 101192064 A, 2008.06.04
- CN 104085539 A, 2014.10.08
- CN 106915477 A, 2017.07.04
- CN 109947138 A, 2019.06.28
- CN 110174899 A, 2019.08.27
- CN 113342025 A, 2021.09.03
- CN 113867423 A, 2021.12.31
- CN 116015141 A, 2023.04.25
- CN 115556961 A, 2023.01.03
- CN 205352219 U, 2016.06.29
- CN 101494318 A, 2009.07.29
- CN 104733858 A, 2015.06.24
- CN 106229680 A, 2016.12.14
- CN 111081113 A, 2020.04.28
- CN 112259952 A, 2021.01.22
- CN 115792969 A, 2023.03.14
- CN 115903868 A, 2023.04.04
- CN 115979687 A, 2023.04.18

(续)

审查员 黄素霞

权利要求书2页 说明书6页 附图5页

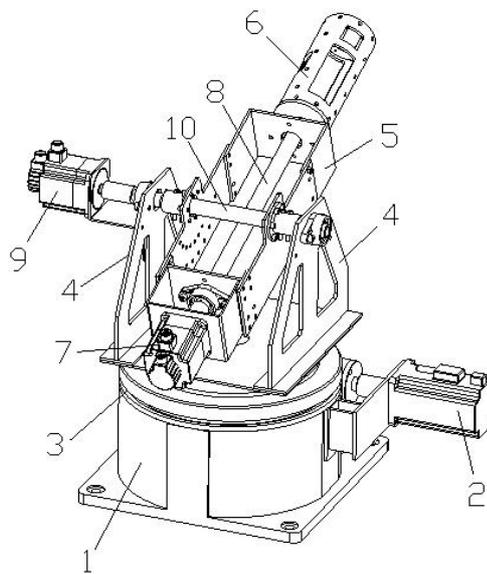
(54) 发明名称

一种应用于导航功能飞行器的卫星天线测试转台

(57) 摘要

本发明公开了一种应用于导航功能飞行器的卫星天线测试转台,包括:底座,所述底座内装设有由第一电机驱动的支撑连接座,在所述支撑连接座上连接有两个侧支撑板,在两个所述侧支撑板之间设有俯仰连接架,在所述俯仰连接架一侧设有控制舱,其中,所述俯仰连接架穿设固定有由第二电机控制旋转的滚转轴,所述俯仰连接架和所述侧支撑板穿设固定有由第三电机控制旋转的俯仰轴,所述滚转轴一端连接所述控制舱。本发明可通过设定姿态角、角速度以及读取姿态角数据文件的方式,模拟弹体在飞行过程中的各种飞行姿态,可方便验证在不同场地、不同飞行姿态下卫星天线接收卫星信号的效果。

CN 117074798 B



[转续页]

[接上页]

(56) 对比文件

CN 206249092 U, 2017.06.13

JP 2005338401 A, 2005.12.08

WO 2018064831 A1, 2018.04.12

1. 一种应用于导航功能飞行器的卫星天线测试转台,其特征在于,包括:底座,所述底座内装设有由第一步进电机驱动的支撑连接座,在所述支撑连接座上连接有两个侧支撑板,在两个所述侧支撑板之间设有俯仰连接架,在所述俯仰连接架一侧设有控制舱,其中,所述俯仰连接架穿设固定有由第二步进电机控制旋转的滚转轴,所述俯仰连接架和所述侧支撑板穿设固定有由第三步进电机控制旋转的俯仰轴,所述滚转轴一端连接所述控制舱,还包括工控机,所述工控机通过控制器分别与所述第一步进电机、第二步进电机以及第三步进电机电连接,所述控制器通过三个步进电机驱动器控制所述第一步进电机、第二步进电机以及第三步进电机的转动使转台转动到指定的姿态和/或按设定的转动速度进行旋转;还包括三个编码器,三个所述编码器用以获取所述支撑连接座、所述俯仰连接架以及所述控制舱的速度信息和位置信息,并将得到的信息反馈至所述控制器;

三个编码器、控制器、三个步进电机驱动器、三个步进电机,以及控制面板和工控机构成控制系统,所述工控机使用正弦曲线加减速控制算法和PID控制算法实现对步进电机的控制,包括如下步骤:

步骤1分离加减速控制和定位控制:

将控制分为两个独立的部分:加减速控制和定位控制;

在加速阶段和减速阶段,使用正弦曲线加减速控制算法,根据正弦曲线加减速控制算法,在加速阶段和减速阶段计算每个时间点的步进脉冲频率,发送步进脉冲信号,控制步进电机按照计算出的步进脉冲频率运动,实现平滑加减速;

在匀速阶段和减速阶段,使用PID控制算法进行定位控制,在匀速和减速阶段,测量步进电机的位置,并计算出位置误差,根据位置误差,计算PID输出,即控制步进电机的步进脉冲频率;

步骤2过渡段平滑过渡:

在从加速阶段过渡到匀速阶段,以及从匀速阶段过渡到减速阶段,设计平滑的过渡段,避免突变引起的震荡,包括:

选择过渡区域:在加减速转换时,确定过渡区域,在所述过渡区域将从正弦曲线加速控制切换到PID定位控制;

设计平滑函数:使用S型曲线实现从加速到定位控制的平滑过渡;

过渡控制:在过渡区域内,根据选择的平滑函数,逐步减小正弦曲线加减速的控制输出,并同时逐步增加PID定位控制的输出;

参数调整:调整过渡区域的长度和平滑函数的参数,以确保在过渡期间产生的控制输出变化适度、平滑且没有剧烈的震荡;

步骤3调整PID参数:

在定位控制的PID部分,根据实际控制系统的特性和加减速控制的影响,调整PID参数;

初始参数设置:在初始阶段,设置初始的PID参数组合;

实际测试:在减速阶段,运行控制系统并收集实际数据;监测步进电机的位置误差,观察控制系统的响应和稳定性;

分析响应:分析实际测试数据,了解步进电机的响应特性;观察位置误差的变化情况,判断是否需要调整PID参数;

积分参数:如果在减速阶段发现位置误差持续偏离目标值,增加积分参数;

微分参数:如果控制系统出现震荡或过冲,增加微分参数;

参数迭代:根据调整后的PID参数,重新运行控制系统并收集数据;反复进行参数调整和测试,直到获得满意的控制性能;

步骤4反馈滤波:

引入反馈滤波器,以平滑测量到的关节位置反馈信号,抑制高频振荡。

2.根据权利要求1所述的一种应用于导航功能飞行器的卫星天线测试转台,其特征在于:

所述工控机通过输入的姿态角和/或角速度信息使转台转动到指定的姿态和/或按设定的转动速度进行旋转。

3.根据权利要求2所述的一种应用于导航功能飞行器的卫星天线测试转台,其特征在于:

所述底座一侧设有供蜗杆穿设的蜗杆套,所述蜗杆两端设有轴承盖,所述第一步进电机的输出端与所述蜗杆一端的轴承盖连接,所述第一步进电机通过步进电机支座与所述底座连接,在所述底座内设有与所述蜗杆啮合的涡轮,所述支撑连接座卡接在所述涡轮内。

4.根据权利要求3所述的一种应用于导航功能飞行器的卫星天线测试转台,其特征在于:

还包括穿设在所述底座的轴孔内的方位轴,所述方位轴一端与所述支撑连接座固连,在所述方位轴上穿设有滚动轴承,所述滚动轴承卡接在所述轴孔内,其内圈与所述方位轴配合。

一种应用于导航功能飞行器的卫星天线测试转台

技术领域

[0001] 本发明涉及卫星天线测试技术领域,特别涉及一种应用于导航功能飞行器的卫星天线测试转台。

背景技术

[0002] 目前卫星制导是类导弹及飞行器的主要制导方式,卫星制导形式是导弹利用安装在弹体上的导航卫星系统天线接收多颗卫星播发的导航信息,经过导弹上计算机精确计算出导弹的三维位置、二维速度和对应时间,形成修正制导系统制导误差的导引信启,再由控制系统控制导弹精确攻击目标。

[0003] 卫星制导是利用导航卫星获取导弹的实时速度、位置信息来进行制导的一种制导方式。卫星天线安装在导弹电子舱上,其接收到的卫星信号的强弱与弹体的姿态密切相关,飞行器在飞行过程中,由于弹体姿态的变化,可能出现卫星定位时间晚、卫星信号质量差甚至接收不到卫星信号等现象。为保证飞行过程中卫星接收组件工作正常,需对不同弹体姿态下卫星信号接收质量进行测量。但现在对卫星信号进行测量通常在室内进行,利用卫星模拟器模拟导航卫星信号,其产生的卫星信号与室外自然环境下的卫星信号有所不同,这种测试方法无法有效检查试导弹在真实飞行过程中卫星天线在不同的姿态下收到信号的效果。

发明内容

[0004] 为了准确测试卫星信号接收装置在真实环境中、弹体在各种飞行姿态下接收卫星信号的质量,解决飞行器在飞行过程中可能出现的卫星信号定位晚或无法定位的问题,本发明提出了一种便捷式可在不同环境阵地间进行方便转移的卫星测试转台设备,该设备可通过设定姿态角、角速度以及读取姿态角数据文件的方式,模拟弹体在飞行过程中的各种飞行姿态,可方便验证在不同场地、不同飞行姿态下卫星天线接收卫星信号的效果。

[0005] 为实现上述目的,本发明所采用的技术方案如下:

[0006] 一种应用于导航功能飞行器的卫星天线测试转台,包括:底座,所述底座内装设有由第一步进电机驱动的支撑连接座,在所述支撑连接座上连接有两个侧支撑板,在两个所述侧支撑板之间设有俯仰连接架,在所述俯仰连接架一侧设有控制舱,其中,所述俯仰连接架穿设固定有由第二步进电机控制旋转的滚转轴,所述俯仰连接架和所述侧支撑板穿设固定有由第三步进电机控制旋转的俯仰轴,所述滚转轴一端连接所述控制舱。

[0007] 进一步的:还包括工控机,所述工控机通过控制器分别与所述第一步进电机、第二步进电机以及第三步进电机电连接,所述控制器通过步进电机驱动器控制所述第一步进电机、第二步进电机以及第三步进电机的转动使转台转动到指定的姿态和/或按设定的转动速度进行旋转。

[0008] 进一步的:还包括编码器,所述编码器用以获取所述支撑连接座、所述俯仰连接架以及所述控制舱的速度信息和位置信息,并将得到的信息反馈至所述控制器。

[0009] 进一步的:所述工控机通过输入的姿态角和/或角速度信息使转台转动到指定的姿态和/或按设定的转动速度进行旋转。

[0010] 进一步的:所述底座一侧设有供蜗杆穿设的蜗杆套,所述蜗杆两端设有轴承盖,所述第一步进电机的输出端与所述蜗杆一端的轴承盖连接,所述第一步进电机通过步进电机支座与所述底座连接,在所述底座内设有与所述蜗杆啮合的涡轮,所述支撑连接座卡接在所述涡轮内。

[0011] 进一步的:还包括穿设在所述底座的轴孔内的方位轴,所述方位轴一端与所述支撑连接座固连,在所述方位轴上穿设有滚动轴承,所述滚动轴承卡接在所述轴孔内,其内圈与所述方位轴配合。

[0012] 本发明与现有技术相比,所取得的技术进步在于:

[0013] 本发明的卫星天线测试转台可以实现俯仰、偏航和滚转三个方向的控制,可精准控制其每个方向的转动角度与角速度。工控机通过读取数据文件的方式读取预定的弹道数据,并根据读取的姿态数据下达控制指令,控制指令通过控制各个驱动步进电机,使卫星测试转台可实时模拟出导弹在不同弹道轨迹下的飞行姿态;工控机实时检测转台,发现转台旋转异常时停止转台运行,防止设备损坏;通过在不同阶段应用不同的控制算法,能够在加减速阶段实现平滑的速度变化,而在匀速和减速阶段使用PID控制来实现精确的定位控制,从而达到高精度的定位目标。分离加减速控制和定位控制,使用平滑的过渡段以及调整PID参数,可以降低非线性问题的影响,减少控制系统的震荡和不稳定性,从而提高系统的稳定性;仿真模拟场景多元化,测试数据更加精准、真实;本发明设计的转台总体架构合理,硬件选择恰当,软件技术设计正确,总体性能稳定可靠,具有精度高、响应快、操作性强的特点。

附图说明

[0014] 附图用来提供对本发明的进一步理解,并且构成说明书的一部分,与本发明的实施例一起用于解释本发明,并不构成对本发明的限制。

[0015] 在附图中:

[0016] 图1为本发明卫星天线测试转台的整体结构图;

[0017] 图2为本发明底座与第一步进电机连接的结构图;

[0018] 图3为本发明底座与第一步进电机的一个剖面视图;

[0019] 图4为本发明底座与第一步进电机的爆炸视图;

[0020] 图5为本发明的三维结构示意图;

[0021] 图6为本发明控制系统结构图;

[0022] 图7为本发明控制系统工作原理图;

[0023] 图8为本发明控制器硬件系统的结构图。

[0024] 图中:

[0025] 1-底座;2-第一步进电机;3-支撑连接座;4-侧支撑板;5-俯仰连接架;6-控制舱;7-第二步进电机;8-滚转轴;9-第三步进电机;10-俯仰轴;11-蜗杆;12-蜗杆套;13-轴承盖;14-涡轮;15-轴孔;16-方位轴;17-滚动轴承。

具体实施方式

[0026] 下面这几个具体的实施例可以相互结合,对于相同或相似的概念或过程可能在某些实施例中不再赘述。下面将结合附图,对本发明的实施例进行描述。

[0027] 如图1所示的,本发明公开一种应用于导航功能飞行器的卫星天线测试转台,包括:底座1,在测试时,底座1一般放置在野外,底座1内装设有由第一步进电机2驱动的支撑连接座3,在支撑连接座3上连接有两个侧支撑板4,在两个侧支撑板4之间设有俯仰连接架5,在俯仰连接架5一侧设有控制舱6,其中,俯仰连接架5穿设固定有由第二步进电机7控制旋转的滚转轴8,俯仰连接架5和侧支撑板4穿设固定有由第三步进电机9控制旋转的俯仰轴10,滚转轴8一端连接控制舱6,卫星信号接收设备置于控制舱6内。

[0028] 具体的,图1结合图2、图3和图4,底座1一侧设有供蜗杆11穿设的蜗杆套12,蜗杆11两端设有轴承盖13,第一步进电机2的输出端与蜗杆11一端的轴承盖13连接,第一步进电机2通过步进电机支座与底座1连接,在底座1内设有与蜗杆11啮合的涡轮14,支撑连接座3卡接在涡轮14内,还包括穿设在底座1的轴孔15内的方位轴16,方位轴16一端与支撑连接座3固连,在方位轴16上穿设有滚动轴承17,滚动轴承17卡接在轴孔15内,其内圈与方位轴16配合。侧支撑板4安装在支撑连接座3上,俯仰连接架5通过固定法兰座、轴承固定座、连接套以及俯仰轴10安装在两个侧支撑板4上,第三步进电机9通过步进电机支座安装在侧支撑板4上,固定法兰座通过螺栓贯穿连接固定在俯仰连接架5上。第二步进电机7安装在俯仰连接架5的一侧,第二步进电机7通过轴承固定座和滚转轴8安装在俯仰连接架5上。

[0029] 第一步进电机2带动支撑连接座3旋转,从而带动控制舱6旋转以模拟类导弹或飞行器偏航的情形,即图5中的Z轴方向;第二步进电机7带动控制舱6旋转以模拟类导弹或飞行器滚转的情形,即图5中的X轴方向;第三步进电机9带动俯仰连接架5旋转,从而带动控制舱6旋转以模拟类导弹或飞行器俯仰的情形,即图5中的Y轴方向。

[0030] 本发明还包括工控机,工控机通过发送指令至控制器,控制器分别与第一步进电机2、第二步进电机7以及第三步进电机9电连接,控制器通过步进电机驱动器控制第一步进电机2、第二步进电机7以及第三步进电机9的转动使转台转动到指定的姿态和/或按设定的转动速度进行旋转。在本实施例中可以选择(ARM) STM32F427芯片为控制器核心芯片,第一步进电机2、第二步进电机7以及第三步进电机9均为步进电机。

[0031] 本发明的工控机通过设定姿态角或角速度的方式,使转台转动到指定的姿态或按设定的转动速度进行旋转。此外,工控机还可读取多种格式的姿态数据文件,文件中需包含飞行时间及姿态角等数据,工控机读取姿态数据后,向转台发送控制指令驱动转台旋转,从而使得卫星测试转台可实时模拟出数据文件中所记录的各种仿真弹道的飞行姿态,转台实时测量各轴的转动角度、角速等信息,并将这些数据返回到工控机。工控机对发送的控制指令和返回的数据进行分析,当发现转台转动异常时,停止转台转动以保障设备安全。工控机使用正弦曲线加减速度控制算法和PID调节控制调节实现对步进电机的准确控制,具体包括如下步骤:

[0032] 步骤1分离加减速控制和定位控制:

[0033] 将控制任务分为两个独立的部分:加减速控制和定位控制。

[0034] 在加速阶段和减速阶段,使用正弦曲线加减速控制算法,根据正弦曲线加减速算法,在加速阶段和减速阶段计算每个时间点的步进脉冲频率,发送步进脉冲信号,控制步进

电机按照计算出的步进脉冲频率运动,实现平滑加减速。

[0035] 在匀速阶段和减速阶段,使用PID控制算法进行定位控制,在匀速和减速阶段,测量步进电机的位置,并计算出位置误差,根据位置误差,计算PID输出,即控制步进电机的步进脉冲频率。

[0036] 加减速阶段:在加减速阶段,物体的速度在一个时间段内逐渐增加或减小。这些阶段通常需要考虑惯性、外部力和动态特性等因素。在步进电机控制中,正弦曲线加减速算法可以用来平稳地控制速度的变化,以避免突然的力或振动。在这个阶段,控制算法需要调整步进电机的驱动信号以逐渐改变速度,并确保系统在不引起过大震荡或失控的情况下完成加速和减速。

[0037] 匀速阶段:在匀速阶段,物体的速度保持恒定,没有加速或减速。在步进电机控制中,一旦达到目标速度,步进电机将保持恒定的步进脉冲频率,以保持匀速运动。在匀速阶段,需要使用PID控制来微调步进电机的位置,以确保与目标位置的偏差最小。

[0038] 减速阶段:在减速阶段,物体的速度逐渐减小,最终停止。这也是一个关键的阶段,需要平滑地将速度减小到零,以避免过大的惯性冲击。在步进电机控制中,正弦曲线加减速算法同样可以用来平稳地控制速度的减小,使得步进电机可以缓慢地减速到目标位置附近。同样,在减速阶段,PID控制也需要调整步进电机的驱动信号,确保精确地到达目标位置。

[0039] 这些阶段的不同在于物体速度的变化方式和目标。在步进电机控制中,正弦曲线加减速算法和PID控制算法的结合可以分别针对加减速和定位问题进行优化,降低非线性问题的影响。

[0040] 步骤2过渡段平滑过渡:

[0041] 在从加速阶段过渡到匀速阶段,以及从匀速阶段过渡到减速阶段时,需要设计平滑的过渡段,避免突变引起的震荡,包括:

[0042] 选择过渡区域:在加减速转换时,确定一个适当的过渡区域。这是一个时间段,在此期间将从正弦曲线加速控制平稳地切换到PID定位控制。

[0043] 设计平滑函数:使用S型曲线实现从加速到定位控制的平滑过渡。S型曲线的特点是在开始和结束时变化缓慢,在中间的过渡区域变化较快。这将有助于逐渐将控制策略从正弦曲线控制切换到PID控制,避免突变。

[0044] 过渡控制:在过渡区域内,根据选择的平滑函数,逐步减小正弦曲线加减速的控制输出,并同时逐步增加PID定位控制的输出。这将使步进电机速度平稳地过渡到匀速,同时平稳地切换控制算法。

[0045] 参数调整:调整过渡区域的长度和平滑函数的参数,以确保在过渡期间产生的控制输出变化适度、平滑且没有剧烈的震荡。

[0046] 通过以上步骤,可以实现从正弦曲线加减速控制到PID定位控制的平滑过渡,避免了突变引起的问题,提高了控制系统的稳定性和精度。

[0047] 步骤3调整PID参数:

[0048] 在定位控制的PID部分,根据实际系统的特性和加减速控制的影响,调整PID参数。特别是积分和微分参数,以更好地适应系统的非线性特性。包括:

[0049] 初始参数设置:在初始阶段,根据经验或自动调整方法,设置一个初始的PID参数

组合。这可以作为基准进行调整。

[0050] 实际测试:在减速阶段,运行系统并收集实际数据。监测步进电机的位置误差,观察系统的响应和稳定性。

[0051] 分析响应:分析实际测试数据,了解步进电机的响应特性。观察位置误差的变化情况,判断是否需要调整PID参数。

[0052] 积分参数:如果在减速阶段发现位置误差持续偏离目标值,可以适度增加积分参数。积分项可以累积持续的小误差,帮助系统更好地抵消定位误差。

[0053] 微分参数:如果系统出现震荡或过冲,可以适度增加微分参数。微分项可以降低系统的震荡,提高稳定性。

[0054] 参数迭代:根据调整后的PID参数,重新运行系统并收集数据。反复进行参数调整和测试,直到获得满意的控制性能。

[0055] 通过以上步骤,调整PID参数以更好地适应系统的非线性特性,提高了定位控制的稳定性和精度。

[0056] 步骤4反馈滤波:引入反馈滤波器,以平滑测量到的关节位置反馈信号,抑制高频振荡。

[0057] 经过步骤1到步骤4,有如下优点:

[0058] 通过在不同阶段应用不同的控制算法,能够在加减速阶段实现平滑的速度变化,而在匀速和减速阶段使用PID控制来实现精确的定位控制,从而达到高精度的定位目标。分离加减速控制和定位控制,使用平滑的过渡段以及调整PID参数,可以降低非线性问题的影响,减少控制系统的震荡和不稳定性,从而提高系统的稳定性。调整PID参数以适应不同阶段的需求,特别是在减速阶段增大积分参数来抵消位置误差,增强了系统对不同条件和负载变化的适应性。引入反馈滤波器可以抑制高频振荡,提高控制系统的抗干扰能力,同时减少了系统中的噪声和干扰对控制性能的影响。使用S型曲线来平滑过渡加速、匀速和减速阶段之间的切换,避免了突变引起的震荡和不稳定性。每个步骤都有调整参数的机会,可以根据具体情况进行优化和改进,从而更好地适应实际应用需求。在多阶段运动控制中平衡了不同的控制算法和策略,增强了系统的鲁棒性和可靠性,适用于不同的应用场景。

[0059] 本发明包含有三个编码器,以单片机为核心的控制器一个,三个步进电机驱动器,三个步进电机,以及控制面板和工控机构成控制系统,图6为控制系统总体结构。

[0060] 控制系统设计的主要性能指标:

[0061] 转动范围:方位 $-180^{\circ} \sim +180^{\circ}$ 有限位;俯仰 $-45^{\circ} \sim +45^{\circ}$ 有限位;滚转 $-90^{\circ} \sim +90^{\circ}$ 有限位;

[0062] 精度:控制精度 $7.2''$ (PV);

[0063] 分辨率:测量分辨率 $0.1''$,控制分辨率 $0.3''$;

[0064] 机械位置精度:三轴垂直 $\leq 5''$,三轴相交度在 $\phi 0.5\text{mm}$ 的球形范围内;

[0065] 控制方式于速度:使用RS422通信,波特率115200bps。

[0066] 步进电机驱动速率: $10^{\circ}/\text{s} \sim 0.2^{\circ}/\text{s}$

[0067] 控制系统工作原理如下:

[0068] 控制系统设计为闭环控制系统,工控机通过RS422通讯数据传输协议向各轴系统控制器发出指令,控制器接到指令后向各部分的步进电机驱动器发出脉冲,而后步进电机

在步进电机驱动器驱动下按照正弦曲线加减速控制算法运行,带动各部分运动,安装在框架内部的高精度编码器将得到的数据反馈到控制器,控制器系统将反馈的速度和位置信息于设定数值分析比较,通过控制算法进行调整处理,工作原理如图7所示。

[0069] 工控机还用于对转台系统进行检测显示,设置步进电机位置和转动速度,确保转台向着预设轨迹和方向运动,获取数据后显示参数和运动曲线,得到每个轴实时运转情况。

[0070] 如图8所示的,硬件系统主要是由ARM控制器电路系统、FPGA串行接口数据预设处理系统、步进电机及驱动电路系统、控制面板系统、限位开关及隔离保护电路组成。其中ARM控制器系统核心模块采用STM32F427单片机来控制,FPGA预设系统主要完成串行接口数据的预设处理;高精度编码器反馈实时数据,控制面板因为距离控制器位置较远,不宜直接用控制器控制,所以采用STM32F103单片机单独控制;工控机通过RS422通讯下达步进电机位置、速度指令,将信号传送给单片机,然后由单片机系统控制电路实现闭环反馈控制,硬件总体结构体积小、重量轻、电路精简、驱动能力强、功耗低、运行可靠。

[0071] 系统硬件设计完成后,根据转台的性能要求,为了实现步进电机的平稳运行和精确定位,通过正弦曲线加减速控制算法和PID控制调节算法,其中最主要的是控制器软件设计,它的核心部件采用高性能STM32F427单片机处理器,主要由硬件驱动层、硬件操作层、调度层、控制与处理层等四层构成。工控机通过RS422串口向控制器发送控制指令,控制器根据这些指令按照软件设计的相关要求,控制步进电机运行,待到转台转动到指定位置后,将信息数据反馈给工控机。软件设计主要作用就是对三轴位置和速度的精确测试和控制,检测其运行状态并将结果清晰的显示。

[0072] 最后应说明的是:以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,对于本领域的技术人员来说,其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明权利要求保护的范围之内。

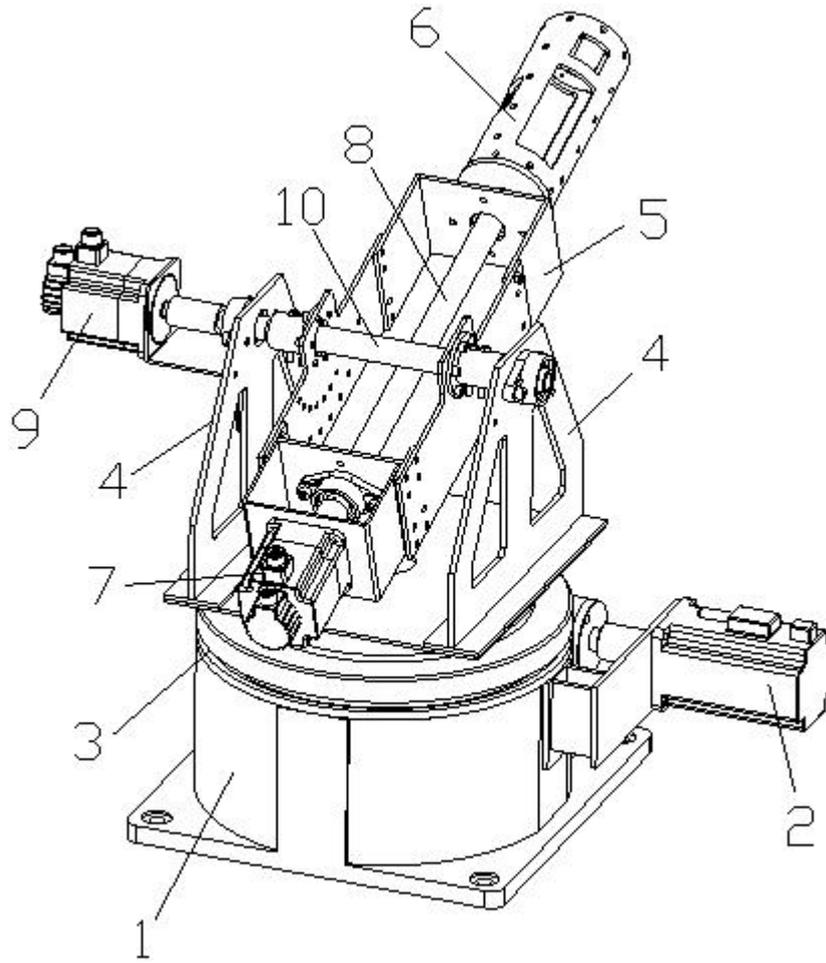


图 1

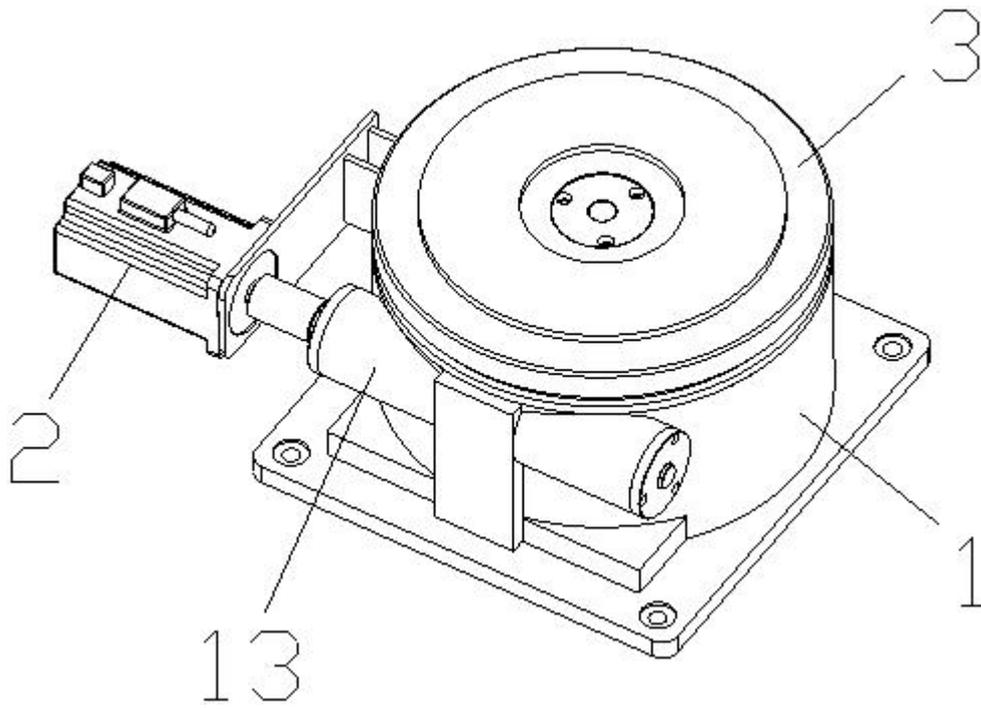


图 2

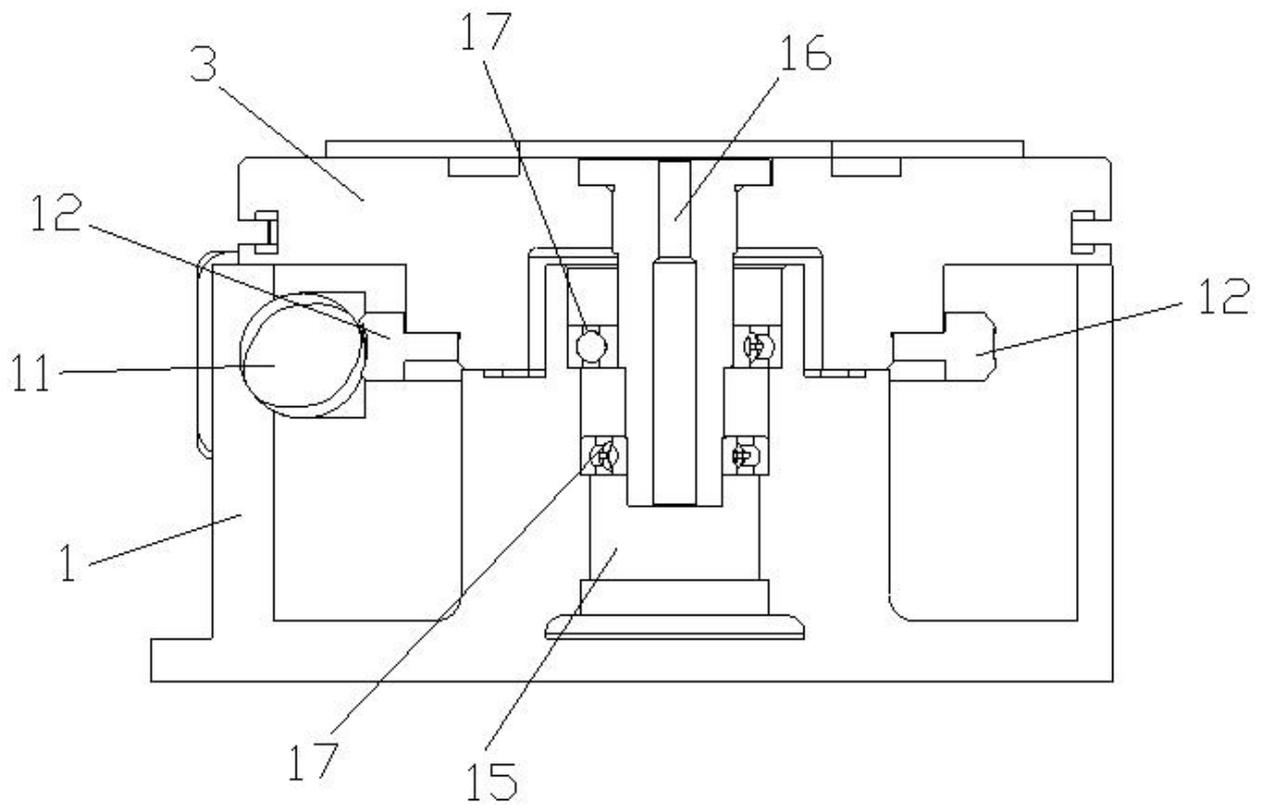


图 3

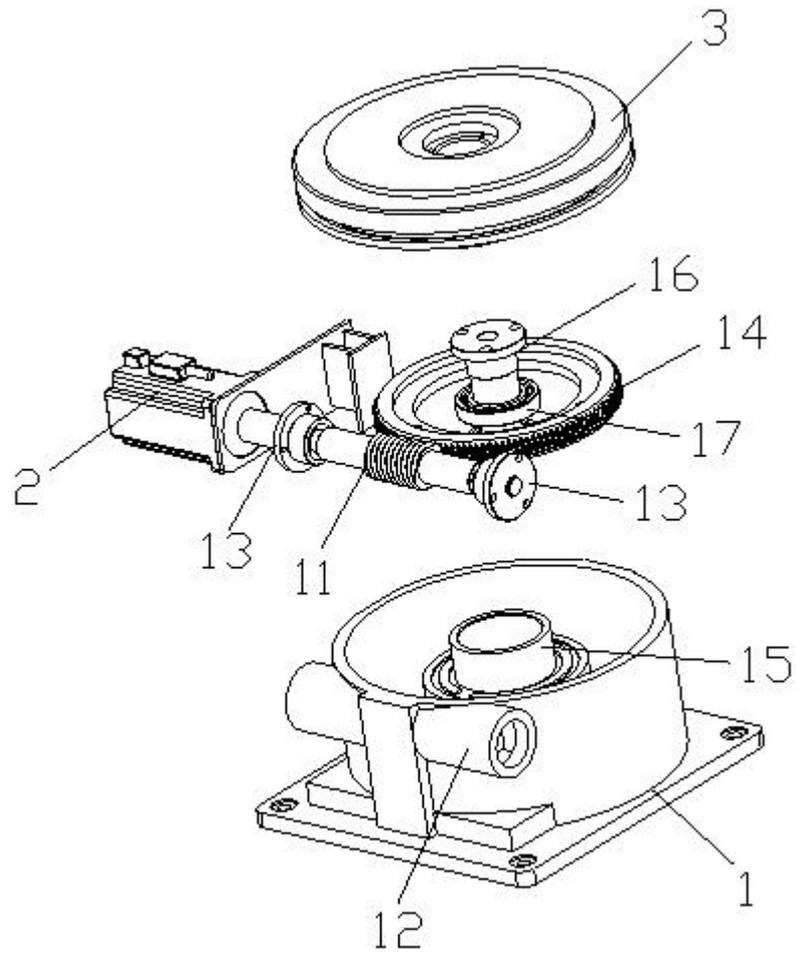


图 4

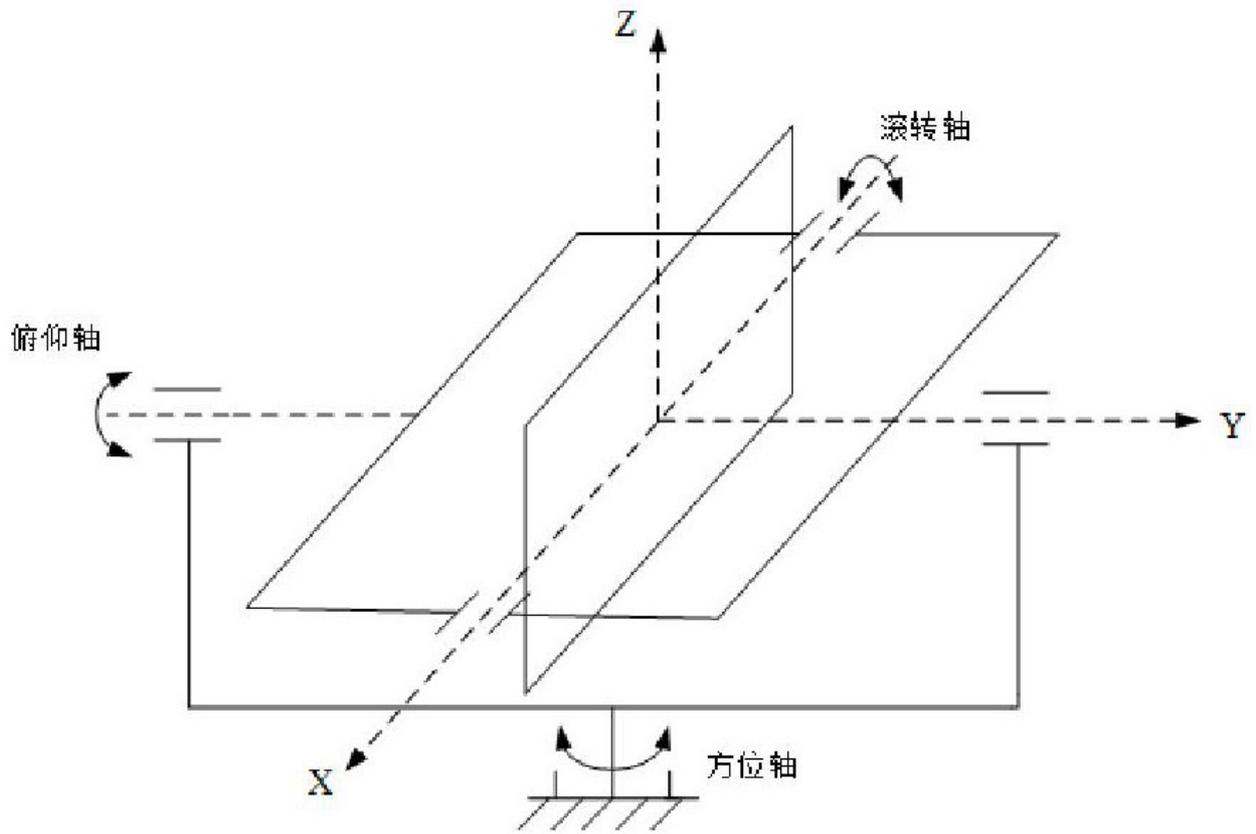


图 5

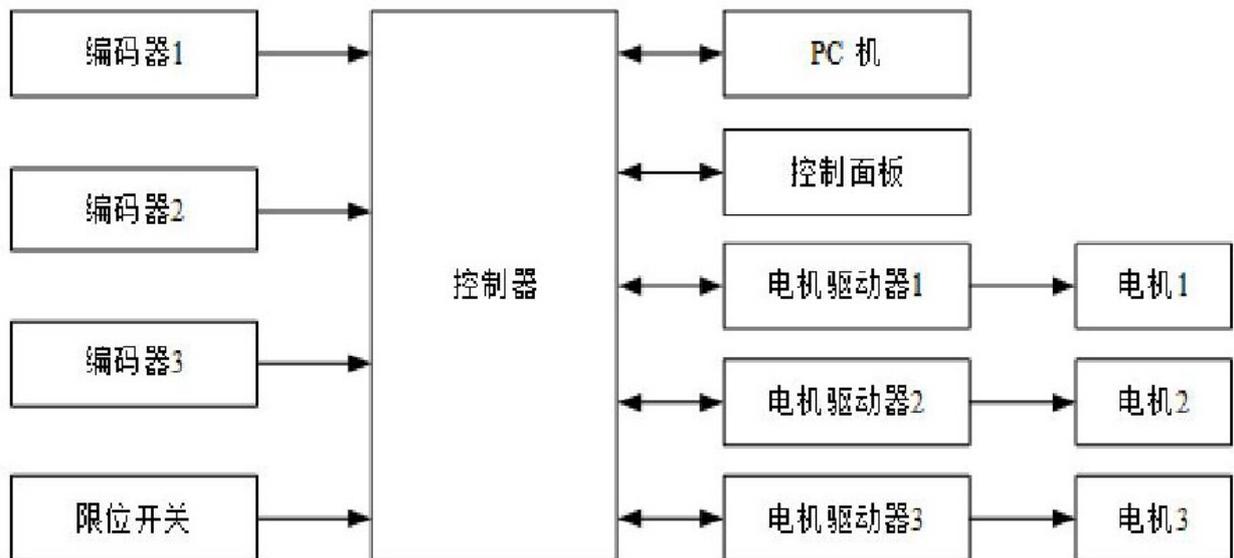


图 6

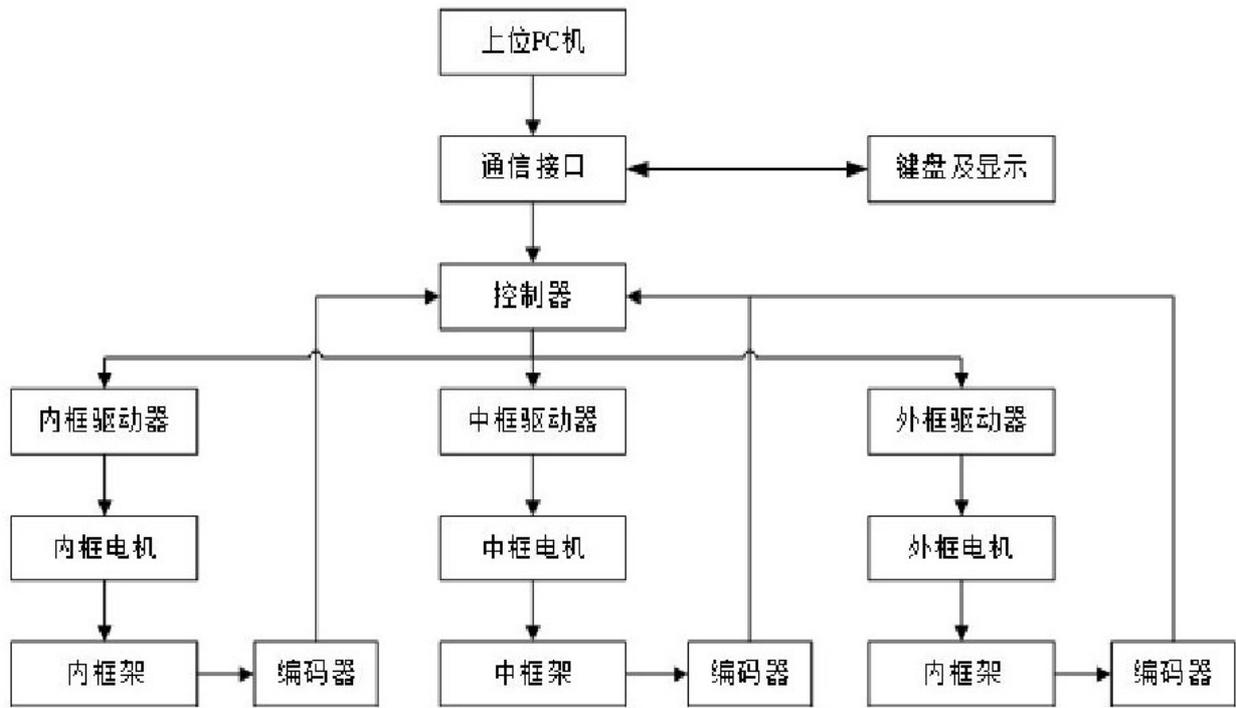


图 7

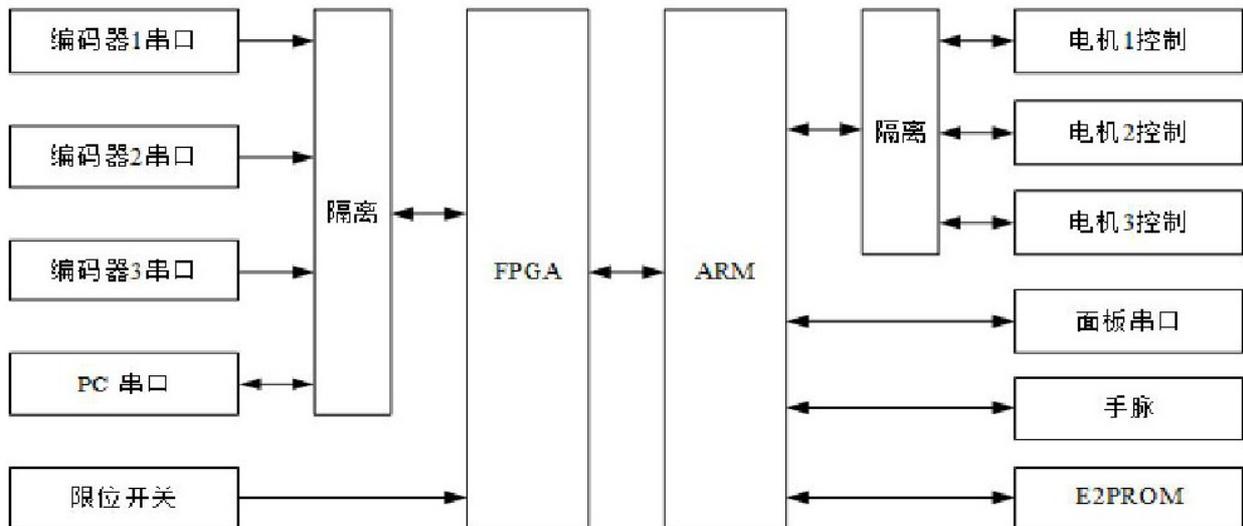


图 8