



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112504667 A

(43) 申请公布日 2021.03.16

(21) 申请号 202011523341.9

(22) 申请日 2020.12.22

(71) 申请人 吉林大学

地址 130025 吉林省长春市南关区人民大街5988号

(72) 发明人 李国发 王升旭 何佳龙 钟瑞龄
杨海吉 彭玲 李福佳

(74) 专利代理机构 长春市东师专利事务所
22202

代理人 张铁生 郭小茜

(51) Int. Cl.

G01M 13/025 (2019.01)

G01M 13/027 (2019.01)

权利要求书1页 说明书5页 附图6页

(54) 发明名称

一种插齿机刀具主轴系统可靠性试验台

(57) 摘要

本发明公开了一种插齿机刀具主轴系统可靠性试验台,它包括:加载随动装置、Z向加载装置、刀具主轴转速测量装置、主轴刀具监测单元;所述的主轴刀具监测单元通过门型架装设在被测的刀具主轴下部;刀具主轴转速测量装置装设在Z向加载装置下端;Z向加载装置装设在加载随动装置中,加载随动装置通过其支架固定在地平铁上;加载随动装置带动Z向加载装置和刀具主轴转速测量装置沿Z向往复直线运动;刀具主轴转速测量装置能实现刀具主轴沿Z向往复运动时对主轴转速的同步测量;模拟刀具Z向移位监测与刀具主轴径向跳动监测均采用非接触式测量方式;通过电涡流传感器和激光位移传感器检测信号分析获得刀具主轴的径向跳动量和模拟刀具的位移量。

1. 一种插齿机刀具主轴系统可靠性试验台,其特征在于,它包括:加载随动装置、Z向加载装置、刀具主轴转速测量装置、主轴刀具监测单元;

所述的主轴刀具监测单元通过门型架(41)装设在被测的刀具主轴(04)下部;刀具主轴转速测量装置装设在Z向加载装置下端;Z向加载装置装设在加载随动装置中,加载随动装置通过其支架(12)固定在地平铁(01)上;

所述的加载随动装置带动Z向加载装置和刀具主轴转速测量装置沿Z向往复直线运动;

主轴刀具监测单元是对模拟刀具Z向移位监测,以及刀具主轴径向跳动监测;模拟刀具Z向移位监测与刀具主轴径向跳动监测均采用非接触式测量方式。

2. 根据权利要求1所述的一种插齿机刀具主轴系统可靠性试验台,其特征在于:所述的加载随动装置包括:随动箱(11)、支架(12)、直线电机、直线导轨(16)、导轨滑块(17);随动箱(11)上设有导轨滑块(17),支架(12)上设有直线导轨(16);导轨滑块(17)套接在直线导轨(16)上;

随动箱(11)通过直线电机与支架(12)连接,随动箱(11)通过直线电机沿Z向往复直线运动。

3. 根据权利要求2所述的一种插齿机刀具主轴系统可靠性试验台,其特征在于:所述的Z向加载装置包括:端盖(21)、加载座(22)、压电促动器(23)、轴承座(24)、轴承(25)、模拟刀具(26);端盖(21)与加载座(22)通过栓销(27)锁固连接;轴承座(24),轴承(25)和模拟刀具(26)依次连接;模拟刀具(26)与刀具主轴(04)连接;压电促动器(23)固定在加载座(22)上;轴承座(24)底面与压电促动器(23)加载端上端接触。

4. 根据权利要求3所述的一种插齿机刀具主轴系统可靠性试验台,其特征在于:所述的刀具主轴转速测量装置包括:转速传递轴(32)、编码器(33)、联轴器(34);所述转速传递轴(32)上端与模拟刀具(26)连接;转速传递轴(32)下端通过联轴器(34)与编码器(33)连接;编码器(33)通过编码器支座(331)锁固连接在端盖(21)上;编码器(33)能实现刀具主轴(04)沿Z向往复运动时对主轴转速的同步测量。

5. 根据权利要求4所述的一种插齿机刀具主轴系统可靠性试验台,其特征在于:主轴刀具监测单元包括:门型架(41)、电涡流传感器(42)、激光位移传感器(43);门型架(41)两边的边板(411)下端锁固在地平铁(01)上,门型架(41)上设有横梁(412),横梁(412)中部设有主轴通孔(413);横梁(412)下端面的主轴通孔(413)旁分别设有电涡流传感器(42)和激光位移传感器(43);电涡流传感器(42)和激光位移传感器(43)通过L形支架固定在主轴通孔(413)旁。

6. 根据权利要求5所述的一种插齿机刀具主轴系统可靠性试验台,其特征在于:对模拟刀具Z向移位监测时,激光位移传感器(43)发送激光信号,当信号到达模拟刀具上表面时,反射的激光信号返回的激光位移传感器,通过相关信号处理得到模拟刀具的位移量;

对刀具主轴径向跳动监测时,电涡流传感器(42)产生磁场,当刀具主轴发生径向跳动时,该磁场发生变化,电涡流传感器接收变化磁场产生的交变电流,通过相关信号处理得到刀具主轴(04)的径向跳动量。

一种插齿机刀具主轴系统可靠性试验台

技术领域

[0001] 本发明属于齿轮加工机床可靠性试验领域,具体为一种插齿机刀具主轴系统可靠性试验台。

背景技术

[0002] 齿轮加工机床是进行齿轮加工的主要设备,插齿机作为齿轮加工机床之一,适用于齿轮外齿和内齿的加工,是一种高效、高精度的齿轮加工方式。而由于插齿机加工范围大,负载变化大,刀具主轴长期进行高频的往复运动,并且加工过程中,插齿刀具单侧参与切削,产生单侧动态切削力,对刀具主轴系统施加不平衡力,导致其密封结构和主传动系统产生较大的损伤,很大程度上影响了插齿机的可靠性,所以插齿机刀具主轴系统可靠性是影响插齿机整机可靠性和提高生产效率的瓶颈之一。进行插齿机刀具主轴系统可靠性试验是尽快暴露插齿机刀具主轴系统故障,进行故障分析并提高插齿机可靠性水平的主要方法之一。整机现场可靠性试验周期长、成本高,对试验人员的要求较高,并且试验的加载和状态监测条件难以控制,因此研究一种能模拟切削载荷加载的插齿机刀具主轴系统可靠性试验台具有重要意义。

[0003] 插齿机刀具主轴在工作中进行上下往复的插齿运动,插齿刀具只有单侧参与加工,所以刀具主轴系统承受动态的不平衡力,更容易产生故障。同时,插齿机使用范成法加工齿轮,刀具主轴与工件主轴转速配合共同完成齿轮加工,因此必须在加载切削载荷的同时监测其转位精度和行程的准确度。目前国内专门针对插齿机关键部件的可靠性试验台几乎空白,本发明根据插齿机刀具主轴往复移动并旋转的实际使用工况,提出了一种能模拟真实切削负荷并实现静态、动态加载的插齿机刀具主轴系统可靠性试验台。

发明内容

[0004] 本发明目的是为了解决上述问题而提供了一种插齿机刀具主轴系统可靠性试验台;

一种插齿机刀具主轴系统可靠性试验台,它包括:加载随动装置、Z向加载装置、刀具主轴转速测量装置、主轴刀具监测单元;

所述的主轴刀具监测单元通过门型架41装设在被测的刀具主轴04下部;刀具主轴转速测量装置装设在Z向加载装置下端;Z向加载装置装设在加载随动装置中,加载随动装置通过其支架12固定在地平铁01上;

所述的加载随动装置带动Z向加载装置和刀具主轴转速测量装置沿Z向往复直线运动。

[0005] 所述的所述的加载随动装置包括:随动箱11、支架12、直线电机、直线导轨16、导轨滑块17;随动箱11上设有导轨滑块17,支架12上设有直线导轨16;导轨滑块17套接在直线导轨16上;

随动箱11通过直线电机与支架12连接,随动箱11通过直线电机沿Z向往复直线运

动。

[0006] 所述的Z向加载装置包括:端盖21、加载座22、压电促动器23、轴承座24、轴承25、模拟刀具26;端盖21与加载座22通过栓销27锁固连接;轴承座24,轴承25和模拟刀具26依次连接;模拟刀具26与刀具主轴04连接;压电促动器23固定在加载座22上;轴承座24底面与压电促动器23加载端上端接触。

[0007] 所述的刀具主轴转速测量装置包括:转速传递轴32、编码器33、联轴器34;所述转速传递轴32上端与模拟刀具26连接;转速传递轴32下端通过联轴器34与编码器33连接;编码器33通过编码器支座331锁固连接在端盖21上;编码器33能够实现刀具主轴04沿Z向往复运动时对主轴转速的同步测量。

[0008] 主轴刀具监测单元包括:门型架41、电涡流传感器42、激光位移传感器43;门型架41两边的边板411下端锁固在地平铁01上,门型架41上设有横梁412,横梁412中部设有主轴通孔413;横梁412下端面的主轴通孔413旁分别设有电涡流传感器42和激光位移传感器43;电涡流传感器42和激光位移传感器43通过L形支架固定在主轴通孔413旁。

[0009] 模拟刀具Z向移位监测与刀具主轴径向跳动监测均采用非接触式测量方式;

对模拟刀具Z向移位监测时,激光位移传感器43发送激光信号,当信号到达模拟刀具上表面时,反射的激光信号返回的激光位移传感器,通过相关信号处理得到模拟刀具的位移量;

对刀具主轴径向跳动监测时,电涡流传感器产生磁场,当刀具主轴发生径向跳动时,该磁场发生变化,电涡流传感器接收变化磁场产生的交变电流,通过相关信号处理得到刀具主轴04的径向跳动量。

[0010] 本发明公开了一种插齿机刀具主轴系统可靠性试验台,它包括:加载随动装置、Z向加载装置、刀具主轴转速测量装置、主轴刀具监测单元;所述的主轴刀具监测单元通过门型架41装设在被测的刀具主轴04下部;刀具主轴转速测量装置装设在Z向加载装置下端;Z向加载装置装设在加载随动装置中,加载随动装置通过其支架12固定在地平铁01上;加载随动装置带动Z向加载装置和刀具主轴转速测量装置沿Z向往复直线运动;刀具主轴转速测量装置能够实现刀具主轴04沿Z向往复运动时对主轴转速的同步测量;模拟刀具Z向移位监测与刀具主轴径向跳动监测均采用非接触式测量方式;通过电涡流传感器42和激光位移传感器43检测信号分析获得刀具主轴04的径向跳动量和模拟刀具的位移量。

[0011] 与现有技术相比本发明的有益效果是:

1. 静态、动态载荷加载;直线电机可以带动加载随动部分与刀具主轴同速同向运动;当加载随动部分随着刀具主轴上下(Z向)运动时,若施加静态载荷,则直线电机通过加载箱对模拟刀具加载,实现静态载荷加载;若施加动态载荷,则直线电机通过加载箱对模拟刀具加载,加载切削力稳态分量,同时压电促动器对模拟刀具进行加载,调整其加载频率和加载载荷大小,加载切削力动态分量,从而实现了模拟实际工况的动态加载。

[0012] 2、通用性强;模拟刀具与主轴通过螺栓连接,更换不同规格试验对象时,只需卸下螺栓,再将新的试验主轴与模拟刀具相连即可以实现多种规格的主轴可靠性试验。

[0013] 3、性能检测能力强;针对主轴在上下移动过程中又有转动的特性,设计了转速传递轴,将转速传递到随动箱上的编码器中,实现了实时监测;同时对主轴模拟刀具上下位移量和主轴转动的径向跳动进行了监测,保证了主轴各个指标的闭环监测。

附图说明

[0014] 图1是本发明所述的插齿机刀具主轴系统可靠性试验台整体的三维轴测图；

图2是本发明所述的插齿机刀具主轴系统可靠性试验台的加载随动装置的随动箱轴测图和显示底面的视图；

图3是本发明所述的插齿机刀具主轴系统可靠性试验台的加载随动装置的分解图；

图4是本发明所述的插齿机刀具主轴系统可靠性试验台的加载随动装置的俯视图；

图5是本发明所述的插齿机刀具主轴系统可靠性试验台的Z向加载装置的分解图；

图6是本发明所述的插齿机刀具主轴系统可靠性试验台的加载随动装置的端盖轴测图；

图7是本发明所述的插齿机刀具主轴系统可靠性试验台的Z向加载装置和刀具主轴转速测量装置的剖视图；

图8是本发明所述的插齿机刀具主轴系统可靠性试验台的Z向加载装置的加载座轴测图；

图9是本发明所述的插齿机刀具主轴系统可靠性试验台的模拟刀具Z向移位监测装置和刀具主轴径向跳动监测装置轴测图；

图中：

01.地平铁,02.支撑立柱,03.主轴箱,04.刀具主轴,11.随动箱,12.支架,13.直线电机初级,14.直线电机次级,15.次级连接板,16.直线导轨,17.导轨滑块,18.连接板,111柱腔体,112.轴孔,113.螺纹孔,114.锁固螺孔,121.螺栓槽,21.端盖,22.加载座,23.压电促动器,24.轴承座,25.推力球轴承,26.模拟刀具,27.栓销,211.螺栓孔,212.圆环形凸台,213.轴心通孔,214.导线槽孔,215.销孔,221.圆形通孔,222.促动器固定座,31.门型架,311.边板411,412.横梁,32.转速传递轴,33.编码器,331.编码器支座,34.联轴器,42.电涡流传感器,421.电涡流传感器支座,43.激光位移传感器,431.激光位移传感器支座。

具体实施方式

[0015] 插齿机是一种金属切削机床,是使用插齿刀按展成法加工内、外直齿和斜齿圆柱齿轮以及其它齿形件的齿轮加工机床;插指机的支撑立柱02通过螺栓锁固固定在地平铁01上;插指机的主轴箱03位于插指机的支撑立柱02上端;插指机的刀具主轴04垂直在主轴箱03下方;本发明是对插齿机的主轴切削加工部分进行可靠性监测;

实施例1一种插齿机刀具主轴系统可靠性试验台

参见图1至图9所示,一种插齿机刀具主轴系统可靠性试验台,它包括:加载随动装置、Z向加载装置、刀具主轴转速测量装置、主轴刀具监测单元;

加载随动装置包括:随动箱11、支架12、直线电机、次级连接板15、直线导轨16、导轨滑块17、连接板18;

所述的随动箱11中部设有圆柱腔体111,圆柱腔体111一端设有轴孔112,圆柱腔体111与轴孔112轴线重合;圆柱腔体111另一端外沿设有多个螺纹孔113,多个螺纹孔113环形阵列分布在圆柱腔体111外沿;随动箱11一侧设有连接板锁固螺孔114;

所述的支架12下端设有螺栓槽121,螺栓穿过螺栓槽121,将支架12锁固在地平铁01上;

所述的支架12一侧的垂直端面上设有直线导轨16,直线导轨16设有两条,两条直线导轨16垂直并列锁固在支架12一侧;

所述的直线电机包括:直线电机初级13,直线电机次级14,直线电机初级13通过螺栓锁固在两条直线导轨中部;直线电机次级14通过次级连接板15与连接板18锁固连接;

连接板18固定在随动箱11上;连接板18上还设有导轨滑块17;导轨滑块17与连接板18锁固连接;导轨滑块17的滑槽套接在直线导轨16上;

在直线电机次级14沿Z向运动时,带动随动箱11在直线导轨16上Z向往复直线运动;

Z向加载装置包括:端盖21、加载座22、压电促动器23、轴承座24、轴承25、模拟刀具26;

所述的端盖21上设有螺栓孔211,螺栓穿过螺栓孔211,将端盖21锁固在随动箱11的螺纹孔113中;端盖21上端面有圆环形凸台212,凸台212上端面有两个对称布置的销孔215;端盖21中部设有轴心通孔213,轴心通孔213中心线与端盖21中心线重合;圆环形凸台212环内设有两个对称布置的导线槽孔214;

加载座22上端面中心有一个圆形通孔221,圆形通孔221中心线与加载座22中心线重合;加载座22一侧的端面上设有促动器固定座222;加载座22另一侧的端面上设有两个盲孔,两个盲孔分别与端盖21上的销孔215位置相对应销孔215与加载座22的盲孔通过栓销27锁固连接;

压电促动器23布置于加载座22上促动器固定座222内,促动器固定座222靠近加载座22中心线的豁槽为压电促动器的电源线和控制线接出位置,压电促动器23通过加载座22上的圆孔和端盖21上的导线槽孔214接到外部;

所述模拟刀具26下端为圆盘状结构,下端面中心有螺栓沉孔,模拟刀具26通过螺栓穿过螺栓沉孔与刀具主轴04固定相连;

模拟刀具26下端面设有凹槽,凹槽直径与轴承25的座圈直径相同,模拟刀具26下端面与轴承25的座圈上端面相契合;

轴承座24底端为圆盘状结构,上端为圆柱结构,上端圆柱外圈与轴承25下座圈的内圈面过盈配合;轴承座24底面与压电促动器23加载端上端接触;

所述的轴承25为推力球轴承;

所述刀具主轴04、模拟刀具26、轴承25、轴承座24、加载座22和端盖21的轴线重合于随动箱11的中心线上;

刀具主轴04能通过轴孔112与转速传递轴32相连;

刀具主轴转速测量装置包括:转速传递轴32、编码器33、联轴器34;

所述转速传递轴32为阶梯轴,转速传递轴32一端设有连接法兰321,模拟刀具26通过螺栓固定在连接法兰321上;转速传递轴32另一端通过联轴器34与编码器33轴接;编码器33通过编码器支座331锁固连接在端盖21上;

当刀具主轴04转动时,传递到模拟刀具26上,从而带动转速传递轴32同步转动,通过联轴器34将速度传递到编码器33上,编码器33通过编码器支座331固定到端盖21上,所以

实现了刀具主轴04沿Z向往复运动时对主轴转速的同步测量；

主轴刀具监测单元是对模拟刀具Z向移位监测，以及刀具主轴径向跳动监测；模拟刀具Z向移位监测与刀具主轴径向跳动监测均采用非接触式测量方式；

主轴刀具监测单元包括：门型架41、电涡流传感器42、激光位移传感器43；

所述的门型架41两边的边板411下端锁固在地平铁01上，门型架41上设有横梁412，横梁412中部设有主轴通孔413；横梁412下端面的主轴通孔413旁分别设有电涡流传感器42和激光位移传感器43；

电涡流传感器42固定在电涡流传感器支座421上；

激光位移传感器43固定在激光位移传感器支座431上；

所述的电涡流传感器支座421和激光位移传感器支座431均为L形支架；

电涡流传感器支座421和激光位移传感器支座431锁固连接于横梁412下端面；

在对模拟刀具Z向移位监测时，激光位移传感器43发送激光信号，当信号到达模拟刀具上表面时，反射的激光信号返回的激光位移传感器，通过相关信号处理得到模拟刀具的位移量；

在对刀具主轴径向跳动监测时，电涡流传感器产生磁场，当刀具主轴发生径向跳动时，该磁场发生变化，电涡流传感器接收变化磁场产生的交变电流，通过相关信号处理得到刀具主轴04的径向跳动量；

本发明中所述的实例是为了便于该领域技术人员能够理解和应用本发明，本发明只是一种优化的实例，或者说是一种较佳的具体技术方案；如果相关的技术人员在坚持本发明基本技术方案的情况下，做出不需要经过创造性劳动的等效结构变化或各种修改都在本发明的保护范围内。

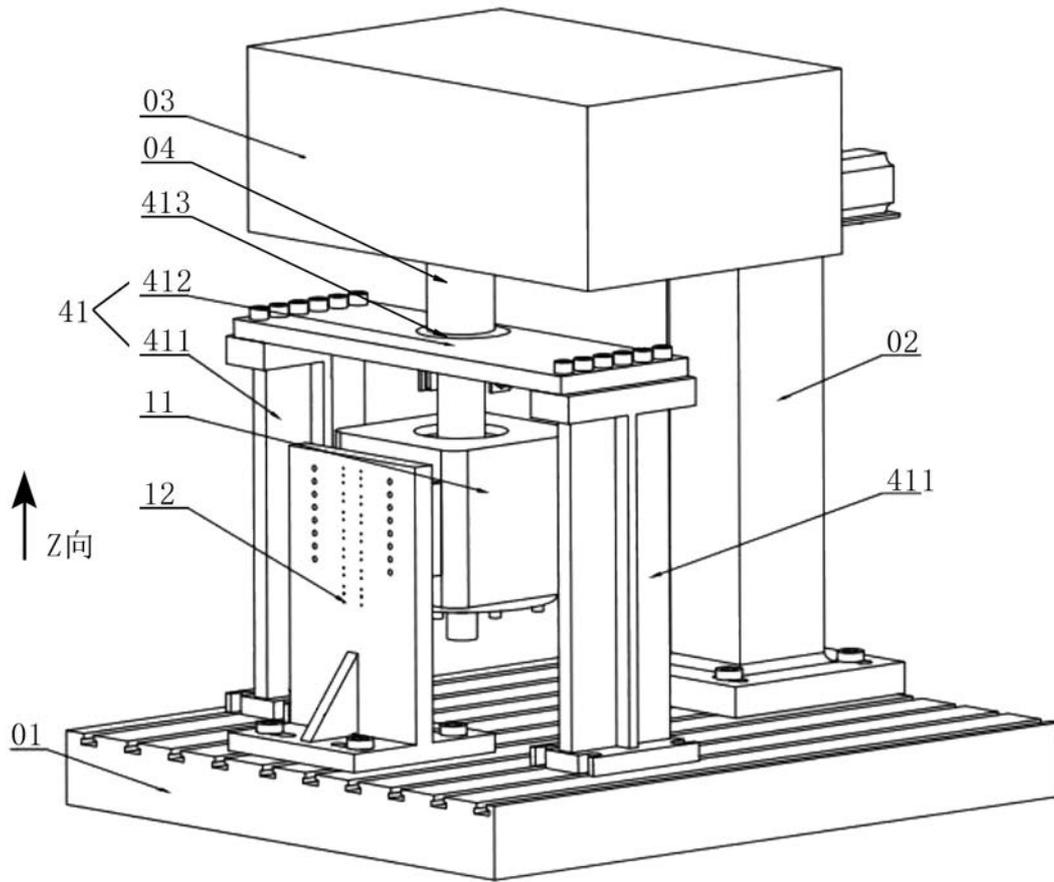


图1

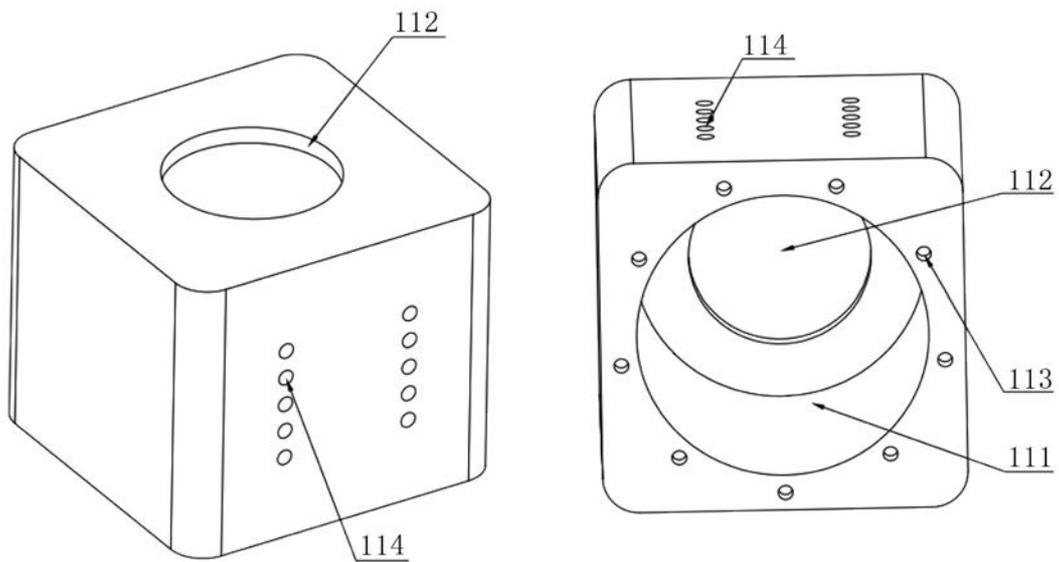


图2

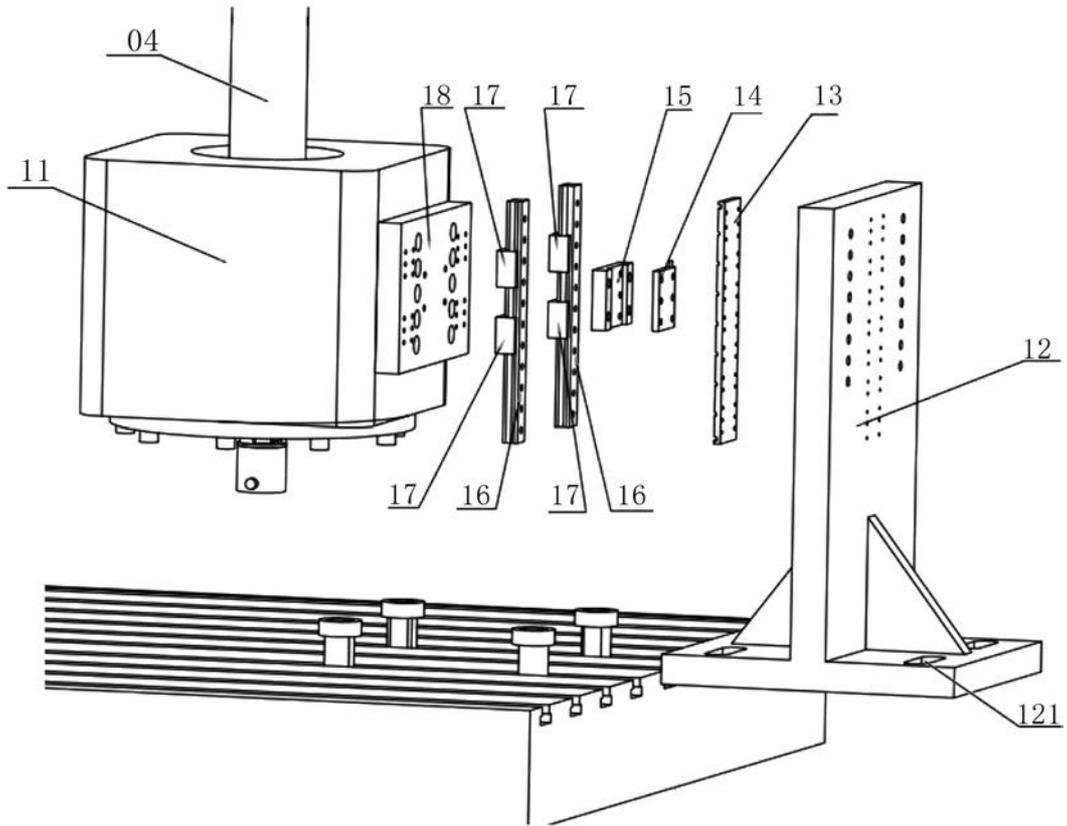


图3

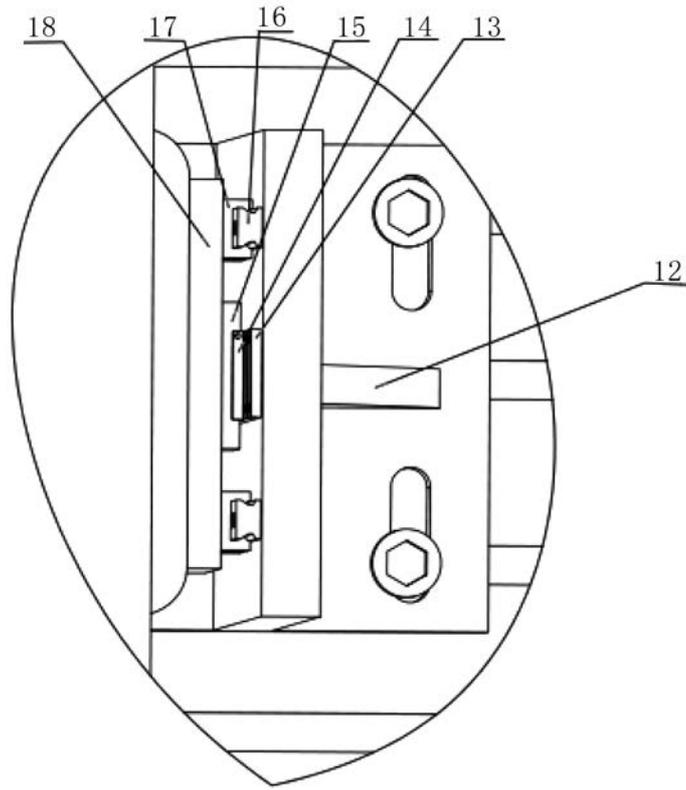


图4

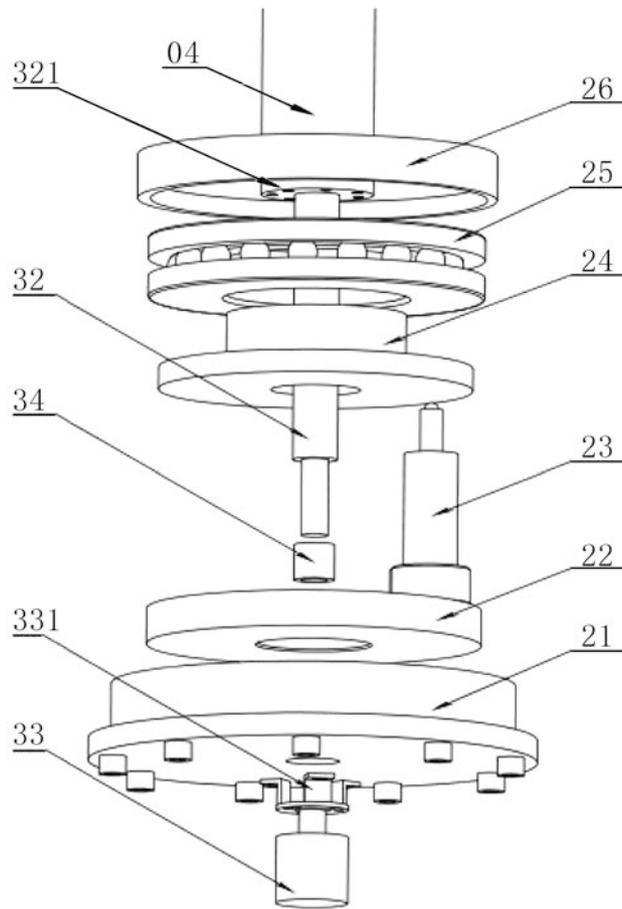


图5

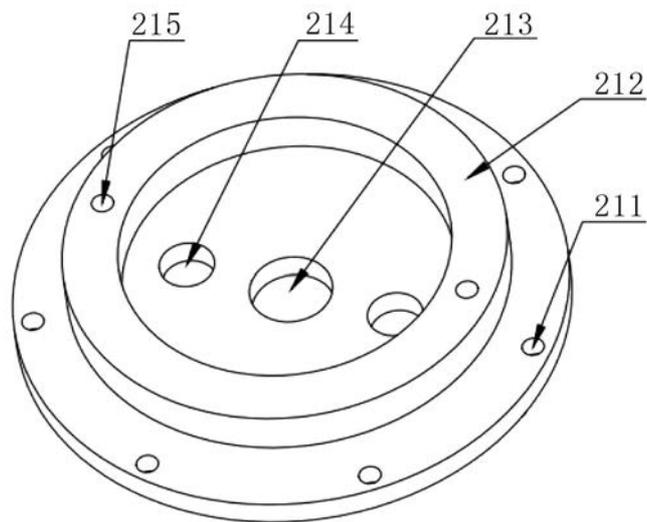


图6

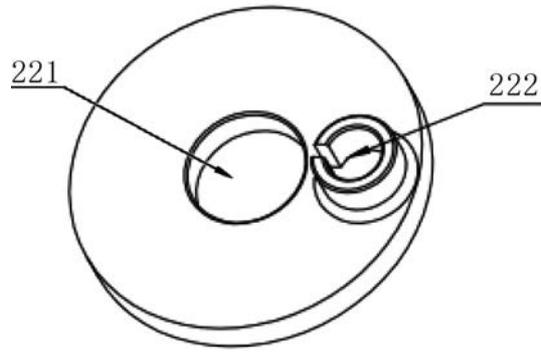


图7

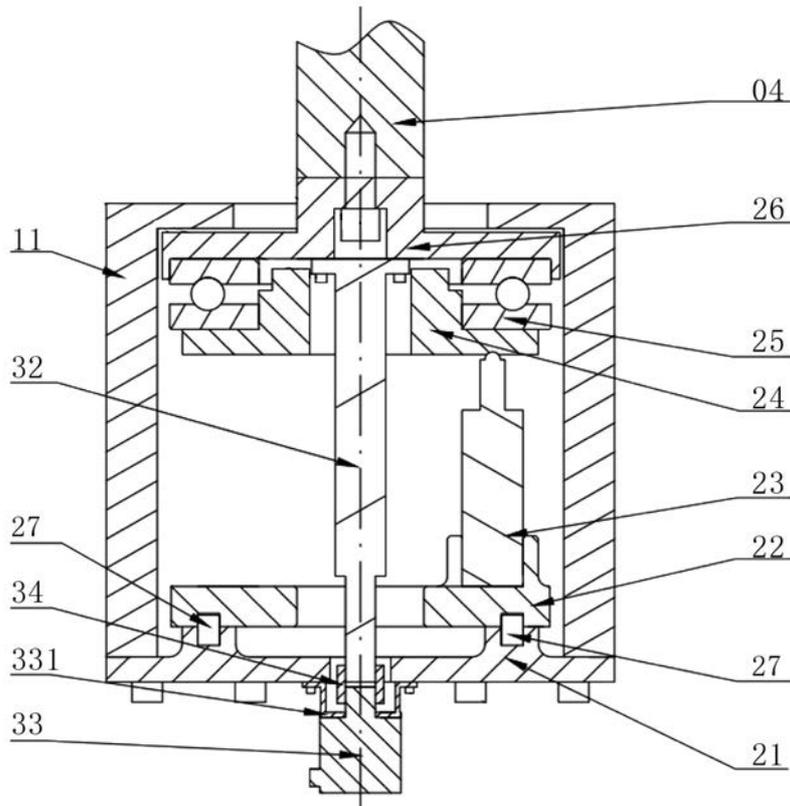


图8

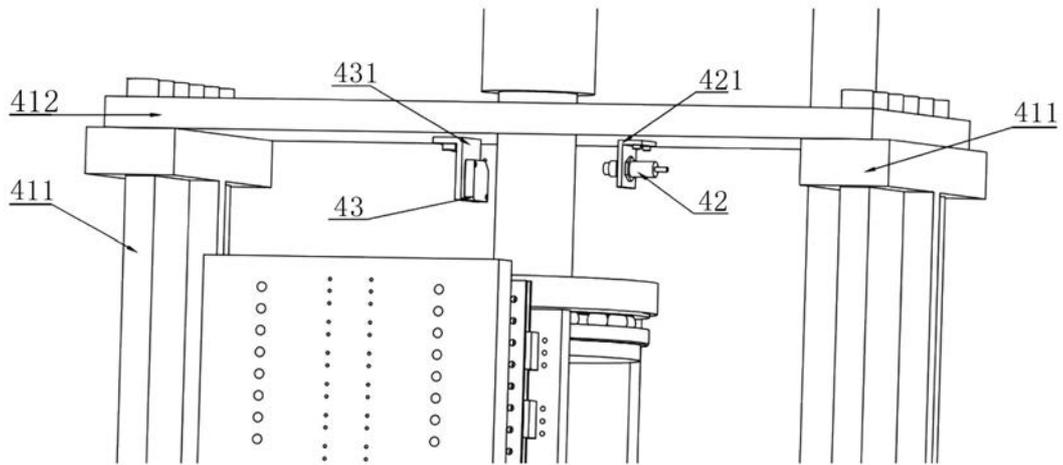


图9