



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114658804 A

(43) 申请公布日 2022. 06. 24

(21) 申请号 202210211460.3

F16H 57/028 (2012.01)

(22) 申请日 2022.03.05

F16H 57/03 (2012.01)

(71) 申请人 西北工业大学

F16H 57/04 (2010.01)

地址 710072 陕西省西安市友谊西路127号

F16D 3/70 (2006.01)

(72) 发明人 王三民 李志宾 刘琳琳 李飞

李林林 邹浩然

(74) 专利代理机构 西安凯多思知识产权代理事务所(普通合伙) 61290

专利代理师 云燕春

(51) Int. Cl.

F16H 1/08 (2006.01)

F16H 57/02 (2012.01)

F16H 57/023 (2012.01)

F16H 57/021 (2012.01)

F16H 57/025 (2012.01)

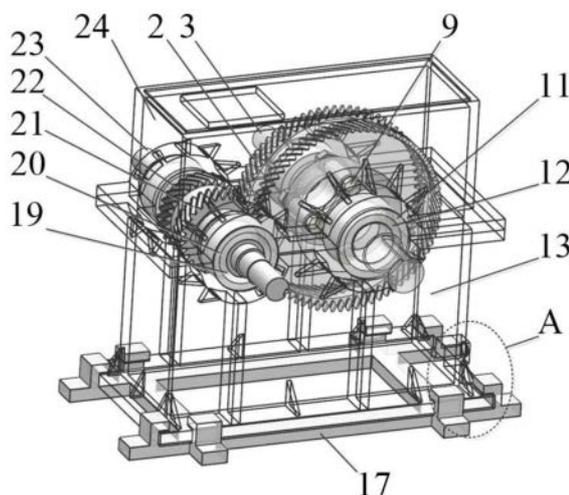
权利要求书1页 说明书5页 附图5页

(54) 发明名称

一种人字齿轮减速器减振传动系统及应用

(57) 摘要

本发明一种人字齿轮减速器减振传动系统及应用,属于减速器技术领域;包括箱体及安装于其内的齿轮副;齿轮副包括主动齿轮和从动齿轮;主动齿轮同轴固定安装于输入轴上;被动齿轮通过多个沿周向设置的柱销组件同轴固定安装于输出轴上;所述柱销组件包括弹性套、柱销和螺母,所述弹性套同轴套装于柱销的外周面上;套装有弹性套的柱销依次插入输出轴的轴肩通孔、被动齿轮的外端面通孔,通过螺母与柱销底端的螺纹配合安装,将输出轴与被动齿轮压紧固定。本发明被动人字齿轮与输出轴之间依靠柱销和螺母、垫片作用实现圆锥面配合,由拧紧力矩产生压力来固定,接触面积大,运转平稳可靠。



1. 一种人字齿轮减速器减振传动系统,包括箱体及安装于其内的齿轮副;其特征在于:所述齿轮副包括主动齿轮和从动齿轮;所述主动齿轮同轴固定安装于输入轴上,输入轴的两端分别通过滑动轴承与箱体的安装孔转动连接;所述被动齿轮通过多个沿周向设置的柱销组件同轴固定安装于输出轴上,输出轴的两端分别通过滑动轴承与箱体的安装孔转动连接;

所述输出轴的中部设置有轴肩,轴肩为圆台结构,其端面上沿周向开有多个通孔;所述被动齿轮沿中心线开有阶梯通孔,其小径端与输出轴的轴肩根部外径相吻合,大径端内周面是与轴肩圆台周面相配合的圆锥面;并在小径端的外端面上沿周向开有多个通孔,与输出轴轴肩上的通孔一一对应,用于安装柱销组件;

所述柱销组件包括弹性套、柱销和螺母,所述弹性套同轴套装于柱销的外周面上;套装有弹性套的柱销依次插入输出轴的轴肩通孔、被动齿轮的外端面通孔,通过螺母与柱销底端的螺纹配合安装,将输出轴与被动齿轮压紧固定。

2. 根据权利要求1所述人字齿轮减速器减振传动系统,其特征在于:所述箱体包括上箱体和下箱体,下箱体的底部固定于底座上,并在侧壁上开有放油孔,用于更换箱内润滑油;所述上箱体固定于下箱体的正上方,其顶部开有窥视孔,用于观察箱体内部及往箱体内添加润滑油;箱体上用于安装4个滑动轴承的4个轴承座位于上箱体和下箱体的连接处。

3. 根据权利要求2所述人字齿轮减速器减振传动系统,其特征在于:所述轴承座为圆筒结构,上半部分固定于上箱体,下半部分固定于下箱体;所述轴承座外周面与箱体之间沿周向设置有多个加强筋;所述下箱体底部沿周向设置有多个加强筋。

4. 根据权利要求2所述人字齿轮减速器减振传动系统,其特征在于:所述下箱体的底部通过压板和螺栓固定于底座上,并在压板和底座之间设置有约束层和阻尼层,用于箱体在外部激励和齿轮系统内部激励作用下引起的机械能变为热能而使振动衰减下来。

5. 根据权利要求1所述人字齿轮减速器减振传动系统,其特征在于:所述齿轮副为人字齿轮副。

6. 根据权利要求1所述人字齿轮减速器减振传动系统,其特征在于:所述被动齿轮的内圆锥面与输出轴的圆台外周面为过盈配合。

7. 根据权利要求6所述人字齿轮减速器减振传动系统,其特征在于:所述被动齿轮与输出轴之间的圆锥面和柱销的圆锥面锥度分别为1:20。

8. 根据权利要求1所述人字齿轮减速器减振传动系统,其特征在于:所述柱销组件的数量为4个,并沿周向均布。

9. 根据权利要求1所述人字齿轮减速器减振传动系统,其特征在于:所述输入轴的前后端分别与滑动轴承内圈过盈配合,相对应的滑动轴承外圈与箱体的前后轴承座内表面过盈配合;

所述输出轴前后端分别与滑动轴承内圈过盈配合,相对应的滑动轴承外圈(1与箱体的前后轴承座内表面过盈配合;滑动轴承内外圈之间设有润滑油。

10. 一种权利要求1所述人字齿轮减速器减振传动系统的应用,其特征在于:所述人字齿轮减速器减振传动系统作为减速器的传动部件。

一种人字齿轮减速器减振传动系统及应用

技术领域

[0001] 本发明属于减速器技术领域,具体涉及一种人字齿轮减速器减振传动系统及应用。

背景技术

[0002] 大型船用齿轮传动系统由于其特殊的使用条件,如承受载荷大、工作条件恶劣等,其综合技术指标远高于其它领域齿轮箱系统,是一个复杂高速齿轮传动系统。因人字齿轮相比斜齿轮在基节误差控制、修形设计和噪声控制等方面困难,但其具有高平稳性、低噪声、承载能力大、低消轴向不平衡载荷等突出优点,已被广泛应用于船舶等航海领域之中。

[0003] 现有技术的齿轮箱中齿轮与轴连接通常通过键、正多边形花键、热套、过盈配合等方式,如中国专利:一种用于电气传动的齿轮与轴连接装置申请公布号:CN 113551022A在齿轮安装部设置正多边形,用以与传动齿轮正六边形的通孔套设,增强机械强度;中国专利:一种齿轮与轴圆锥过盈装配工装申请公布号:CN 112605639A通过油泵作用,采用了同时涨开和推动齿轮的方式以达到较大过盈量实现与轴的连接,保证结构可靠性;中国专利:变速箱齿轮与齿轮轴连接结构、连接工装及联结方法申请公布号:CN 108825760A不需要加工花键,齿轮与齿轮轴采用热套联接保证轴向定位连接稳固。通过以上分析,当传递大功率时齿轮与轴的连接采用多边形花键连接容易产生应力集中,进而产生振动噪声;采用油泵的作用实现齿轮与轴连接导致齿轮与轴位置偏差较大,容易产生过度安装而造成齿轮的塑形变形,产生轴线同心度误差,油泵易漏油;采用热套定位时热套容易破坏。采用以上联接方式会造成系统结构复杂、不易拆装、振动与噪声的不利影响,即耗时又费力,成为亟待解决的问题。

发明内容

[0004] 要解决的技术问题:

[0005] 为了避免现有技术的不足之处,克服目前航海领域齿轮与轴通过键或花键等连接加工工艺复杂,传递功率受限,且齿轮与轴轴向定位连接不稳定,结构振动的不足,本发明提出一种人字齿轮减速器减振传动系统,人字齿轮与传动轴通过设有弹性套的柱销与螺母作用的圆锥面接合,动力从齿轮轴经主动人字齿轮与被动人字齿轮相互啮合,再由被动人字齿轮经圆锥面传递到输出轴,传递功率大,稳定性好,而柱销与输出轴之间弹性套,能缓和冲击、吸收振动的作用;箱体底部与底座靠约束阻尼结构进行吸振,来自齿轮传动的内部激励和箱体外部激励能很好得到补偿,防止传递到地基,从而实现减振降噪的目的。

[0006] 本发明的技术方案是:一种人字齿轮减速器减振传动系统,包括箱体及安装于其内的齿轮副;其特征在于:所述齿轮副包括主动齿轮和从动齿轮;所述主动齿轮同轴固定安装于输入轴上,输入轴的两端分别通过滑动轴承与箱体的安装孔转动连接;所述被动齿轮通过多个沿周向设置的柱销组件同轴固定安装于输出轴上,输出轴的两端分别通过滑动轴承与箱体的安装孔转动连接;

[0007] 所述输出轴的中部设置有轴肩,轴肩为圆台结构,其端面上沿周向开有多个通孔;所述被动齿轮沿中心线开有阶梯通孔,其小径端与输出轴的轴肩根部外径相吻合,大径端内周面是与轴肩圆台周面相配合的圆锥面;并在小径端的外端面上沿周向开有多个通孔,与输出轴轴肩上的通孔一一对应,用于安装柱销组件;

[0008] 所述柱销组件包括弹性套、柱销和螺母,所述弹性套同轴套装于柱销的外周面上;套装有弹性套的柱销依次插入输出轴的轴肩通孔、被动齿轮的外端面通孔,通过螺母与柱销底端的螺纹配合安装,将输出轴与被动齿轮压紧固定。

[0009] 本发明的进一步技术方案是:所述箱体包括上箱体和下箱体,下箱体的底部固定于底座上,并在侧壁上开有放油孔,用于更换箱内润滑油;所述上箱体固定于下箱体的正上方,其顶部开有窥视孔,用于观察箱体内部及往箱体内添加润滑油;箱体上用于安装4个滑动轴承的4个轴承座位于上箱体和下箱体的连接处。

[0010] 本发明的进一步技术方案是:所述轴承座为圆筒结构,上半部分固定于上箱体,下半部分固定于下箱体;所述轴承座外周面与箱体之间沿周向设置有多个加强筋。

[0011] 本发明的进一步技术方案是:所述下箱体底部沿周向设置有多个加强筋。

[0012] 本发明的进一步技术方案是:所述下箱体的底部通过压板和螺栓固定于底座上,并在压板和底座之间设置有约束层和阻尼层,用于箱体在外部激励和齿轮系统内部激励作用下引起的机械能变为热能而使振动衰减下来。

[0013] 本发明的进一步技术方案是:所述齿轮副为人字齿轮副。

[0014] 本发明的进一步技术方案是:所述被动齿轮的内圆锥面与输出轴的圆台外周面为过盈配合。

[0015] 本发明的进一步技术方案是:所述被动齿轮与输出轴之间的圆锥面和柱销的圆锥面锥度分别为1:20。

[0016] 本发明的进一步技术方案是:所述柱销组件的数量为4个,并沿周向均布。

[0017] 本发明的进一步技术方案是:所述输入轴的前后端分别与滑动轴承内圈过盈配合,相对应的滑动轴承外圈与箱体的前后轴承座内表面过盈配合;

[0018] 所述输出轴前后端分别与滑动轴承内圈过盈配合,相对应的滑动轴承外圈1与箱体的前后轴承座内表面过盈配合;滑动轴承内外圈之间设有润滑油,能够实现工作平稳、可靠、无噪声的目的。

[0019] 一种人字齿轮减速器减振传动系统的应用,其特征在于:所述人字齿轮减速器减振传动系统作为减速器的传动部件。

[0020] 有益效果

[0021] 本发明的有益效果在于:

[0022] 1、根据船用齿轮传动系统特殊的使用条件,提出了一种人字齿轮减速器减振传动系统,具有传递功率大,传动比恒定和工作安全可靠、便于拆卸等优点;

[0023] 2、被动人字齿轮与输出轴之间依靠柱销和螺母、垫片作用实现圆锥面配合,由拧紧力矩产生压力来固定,接触面积大,运转平稳可靠。在柱销选为8.8级时,结合面压力28.03Mpa,摩擦力矩达48885.88Nm;选为9.8级时,结合面压力31.50Mpa,摩擦力矩达54997.29Nm;选为10.9级时,结合面压力157.66Mpa,摩擦力矩达274984.55Nm,相比键、正多形花键、热套和柱面过盈配合,传递扭矩大、受力均匀、装拆方便且平稳可靠,同时结构连接

强度很大,不易因过度安装而造成齿轮塑形变形。

[0024] 3、在柱销与输出轴之间设有耐油橡胶弹性套并做成截面形状以提高弹性,该结构依靠弹性套受力变形,允许由微量的径向位移和角位移,且制造容易,装拆方便,具有缓冲减振的作用。传递的动力主要由圆锥面来承担,弹性套受力很小,故弹性套的作用是可抵消柱销安装误差和能起到吸振的作用,不易产生应力集中。

[0025] 4、将被动齿轮与输出轴的接触面设置为圆锥面,所述圆锥面经4对均匀分布的带圆锥面的柱销和螺母、垫片拧紧力矩作用,实现被动齿轮与输出轴的过盈配合,其中被动人字齿轮与输出轴之间的圆锥面和柱销的圆锥面锥度分别为1:20,保证被动人字齿轮和输出轴的结构强度,且依据被动齿轮宽度选择柱销长度,而齿轮与输出轴之间接触面积大,且保证两者之间的同心度,传递力矩大,运转平稳可靠;柱销的圆锥面与对应输出轴处的圆锥面接触,保证柱销在受压时平稳可靠,不易产生集中应力,同时也易于拆装,装配精度也很高。

[0026] 5、在箱体与轴承座之间、以及下箱体底部均设置有加强筋,用于增强箱体强度和刚性,节省材料用量,减轻箱体重量,降低成本,防止轴承座处和箱体底部过度受力变形,造成传动系统无法正常工作。

[0027] 6、箱体底座四个机脚处与地基通过6个对称分布的简化压板形式施力来实现固定,在压板下表面与地基上表面之间的结合处添加相同的6个约束阻尼结构。为了验证减振效果,建立其约束阻尼结构箱体有限元模型,通过理论计算得到轴承座处各个方向的轴承动载荷,将其加载在四个轴承座内表面耦合的节点上,设置相关仿真参数在APDL中进行稳态动力学仿真,得到4个轴承座正上方节点处评价点1、2、3和4的垂直于地基方向径向振动加速度均方根,相比于无阻尼结构降低了84.17%、86.37%、87.25%和83.64%。在下箱体底部中间处的评价点5和6径向振动加速度均方根分别为 0.01m/s^2 。可知该约束阻尼结构的作用将来自箱体的机械振动能转化为热能,减小箱体轴承处的振动和传递到地基的振动,且结构简单,方便拆卸,能实现减振降噪的目的。

附图说明

[0028] 图1为本发明提出的一种人字齿轮减速器减振传动系统示意图;

[0029] 图2为齿轮箱的结构示意图;

[0030] 图3为人字齿轮副示意图;

[0031] 图4为输出轴结构示意图;

[0032] 图5为被动人字齿轮结构示意图;

[0033] 图6为柱销连接结构示意图;

[0034] 图7为被动人字齿轮与输出轴连接结构二维示意图

[0035] 图8为箱体底部A处放大结构示意图;

[0036] 图9为约束阻尼结构箱体有限元简化模型及部分评价点振动加速度变化曲线图。

[0037] 附图标记说明:1窥视孔、2被动人字齿轮、3输出轴、4螺母、5垫片、6柱销的圆锥面、7弹性套、8被动齿轮与输出轴之间的圆锥面、9柱销、10上箱体轴承座加强筋、11输出轴处滑动轴承外圈、12输出轴处滑动轴承内圈、13下箱体、14放油孔、15约束层、16阻尼层、17底座、18压板、19输入轴处滑动轴承内圈、20输入轴轴承座处滑动轴承外圈、21主动人字齿轮、22齿轮轴、23输入轴、24上箱体、25下箱体轴承座加强筋、26下箱体底部加强筋。

具体实施方式

[0038] 下面通过参考附图描述的实施例是示例性的,旨在用于解释本发明,而不能理解为对本发明的限制。

[0039] 在本发明的描述中,需要理解的是,术语“中心”、“纵向”、“横向”、“长度”、“宽度”、“厚度”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”、“顺时针”、“逆时针”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。

[0040] 参照图1至图9,本发明提供一种人字齿轮减速器减振传动系统,主要由上箱体24、主动人字齿轮轴22、被动人字齿轮2、输出轴3、输入轴处滑动轴承外圈20、内圈19、输出轴处滑动轴承外圈11、内圈12、下箱体13和底座17组成。

[0041] 所述上箱体24底部与下箱体13螺旋固定连接,内部设有人字齿轮副,再经轴和滑动轴承与箱体耦合。上箱体24顶部设有窥视孔1来观察箱体内零件的情况及往箱体内加润滑油,下箱体13右侧设有放油孔14,用于更换箱内润滑油。

[0042] 下箱体13底部与底座17之间通过简化压板18形式固定,这里简化压板18是指压板18与地基17通过螺栓螺母作用确定不同压力简化后的;并设有约束层15和阻尼层16组成的阻尼结构,用于箱体在外部激励和齿轮系统内部激励作用下引起的机械能变为热能而使振动衰减下来。

[0043] 所述主动人字齿轮21与输入轴23形成整体齿轮轴22,这样防止因齿轮外径很小时,采用键连接传动轴与齿轮时强度不够的缺陷,从而传递大扭矩大功率载荷。所述被动人字齿轮2与输出轴3通过均匀分布的4对带圆锥面6的柱销9和螺母4之间压力作用来固定,其中被动人字齿轮2与输出轴3通过圆锥面8过盈配合,柱销圆锥面6起到固定柱销9稳定性的作用,保证被动人字齿轮2与输出轴3受力均匀并传递大功率扭矩。选用普通柱销9,4个,8.8级,计算应力 $\sigma_s = 640\text{MPa}$,依据下式可计算出结合面的压力 p 和传递的最大摩擦力矩 M_f :

[0044] 根据柱销9危险截面拉伸截面强度条件,可得柱销9所受预紧力 F_0 :

$$[0045] \quad F_0 \leq \frac{d_1^2 \cdot \pi \cdot [\sigma]}{4 \cdot 1.3}$$

[0046] 上式中, $[\sigma]$ 为许用应力, d_1 为柱销9危险截面的直径。

[0047] 装配轴向力是由拧紧柱销9上的螺母4产生的,所需要拧紧力矩为:

$$[0048] \quad T_1 = K \cdot Z \cdot F_0 \cdot d$$

[0049] 其中, K 为拧紧力矩系数, Z 表示柱销9个数4, d 为螺纹公称直径, 结合面压力:

$$[0050] \quad p = \frac{Z \cdot F_0}{\pi d_m L_f \left(\mu + \frac{C}{2} \right)}$$

[0051] 其中, d_m 为平均结合直径, $d_m = \frac{d_{\max} + d_{\min}}{2}$, L_f 表示锥面结合长度, μ 表示结合面间的摩擦系数, $C=0.2$ 表示配合锥面锥度。

[0052] 为了有效地实现圆锥面过盈连接传递负荷力矩,必须使结合面产生的摩擦阻力矩 M_f 大于负荷力矩 M ,即:

[0053] $M_f > M$ 或 $M_f = \beta M$

[0054] 式中, β 为安全系数, $\beta = 2 \sim 4$ 。摩擦力矩计算公式为:

[0055] $M_f = F_f \cdot R = \mu \cdot N \cdot R = \mu \cdot p \cdot A \cdot R$

[0056] 式中, N 表示结合面正压力, 可由结合面压力 p 和结合面面积 A 确定, 接触面积

$A = \pi \cdot \frac{d_{\max} + d_{\min}}{2} \cdot \frac{L_f}{\cos \theta} = \pi \cdot d_m \cdot \frac{L_f}{\cos \theta}$, 其中 θ 表示锥面斜角, R 表示阻力距半径, $R = d_m / 2$ 。

[0057] 所述箱体内部设有人字齿轮副, 齿轮轴22前后滑动轴承位置与对应的滑动轴承内圈19过盈配合, 滑动轴承外圈20与对应的上箱体24和下箱体13轴承座内表面过盈配合。输出轴3前后滑动轴承位置与对应的滑动轴承内圈12过盈配合, 滑动轴承外圈11与对应的上箱体24和下箱体13轴承座内表面过盈配合。滑动轴承内外圈之间设有润滑油, 可以实现工作平稳、可靠、无噪声的目的。

[0058] 上箱体24轴承座处前后设有对称的加强筋10, 下箱体13轴承座处前后设有对称的加强筋25, 下箱体13底部四周也设有对称的加强筋26, 其作用就是增强箱体强度和刚性, 节省材料用量, 减轻箱体重量, 降低成本, 防止轴承座处和箱体底部过度受力变形, 引起传动系统无法正常工作。

[0059] 被动人字齿轮2与输出轴3的接触面为圆锥面8, 所述的圆锥面8靠均匀分布的4对带圆锥面柱销9和螺母4、垫片5拧紧力矩产生压力来固定, 接触面积大, 运转平稳可靠。柱销9与输出轴3之间设有耐油橡胶弹性套7并做成截面形状以提高弹性, 该结构依靠弹性套受力变形, 允许由微小的径向位移和角位移, 且制造容易, 具有缓冲减振的作用。此外, 通过柱销9作用来实现圆锥面8过盈配合, 可方便被动人字齿轮2维护与拆卸, 且当箱体存在润滑油时弹性套7材料不易被腐蚀和损坏。

[0060] 当原动机将动力传递到输入齿轮轴22, 经人字齿轮副互相啮合作用, 将力传递到被动人字齿轮2, 再经被动人字齿轮2内部圆锥面8与输出轴圆锥面8的配合作用, 将力传递到输出轴。其中, 因制造、安装、弹性变形等误差引起的系统内部激励, 通过弹性套7缓和冲击、吸收振动作用, 传递到输出轴3上的振动能量将大大减小; 由内部激励和原动机等造成的外部激励作用, 经滑动轴承传递到齿轮箱, 通过箱体底部, 通过约束阻尼结构将机械振动能量转化为热能使作用于地基17的振动大幅度减小, 以实现减振降噪的目的。

[0061] 尽管上面已经示出和描述了本发明的实施例, 可以理解的是, 上述实施例是示例性的, 不能理解为对本发明的限制, 本领域的普通技术人员在不脱离本发明的原理和宗旨的情况下在本发明的范围内可以对上述实施例进行变化、修改、替换和变型。

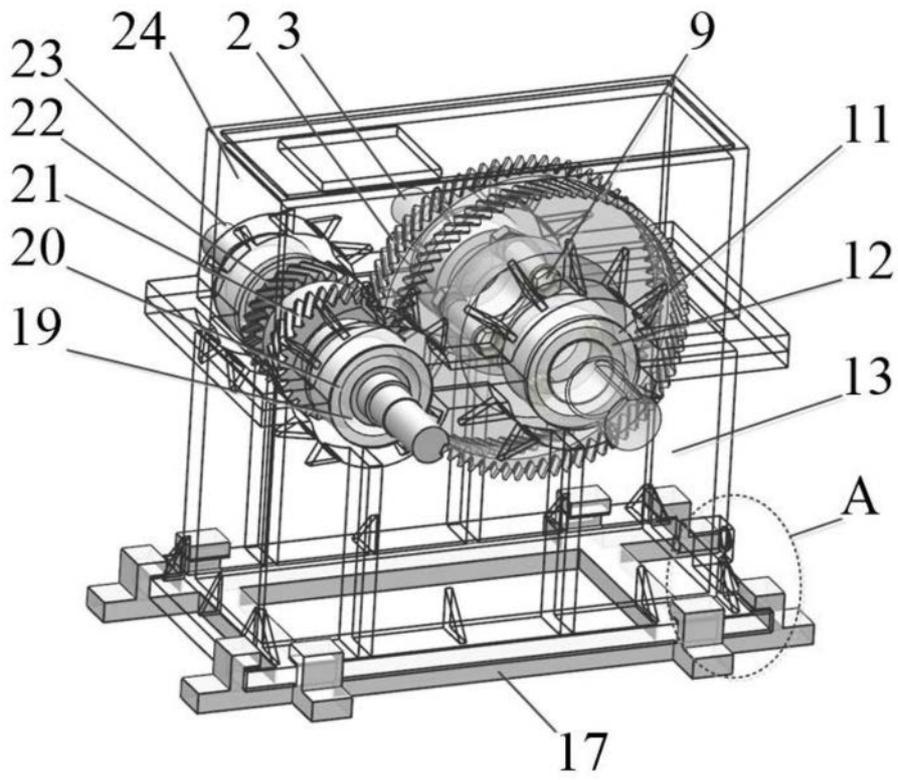


图1

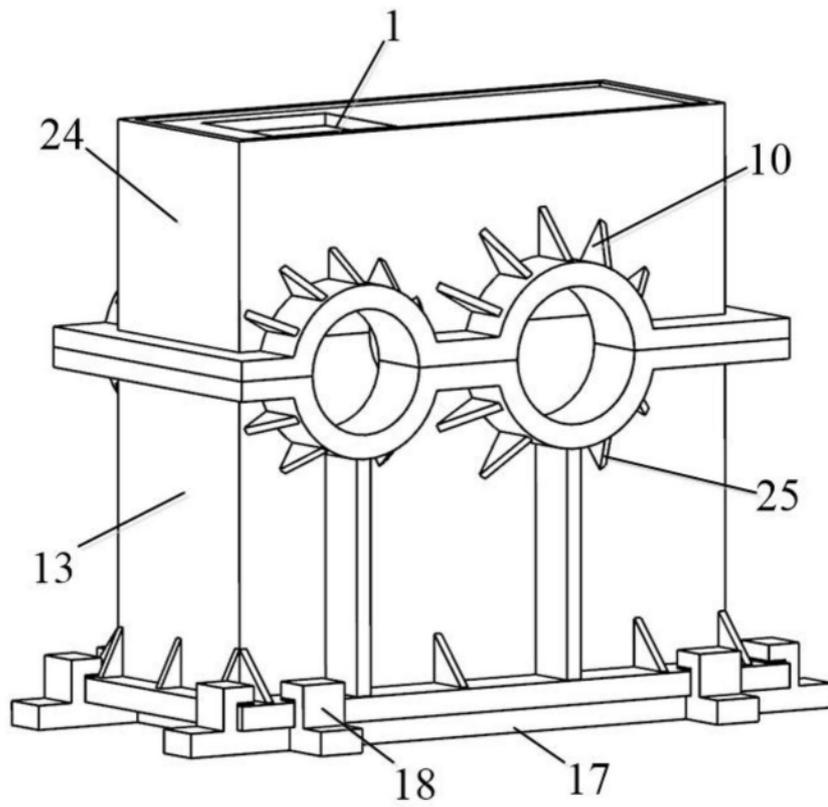


图2

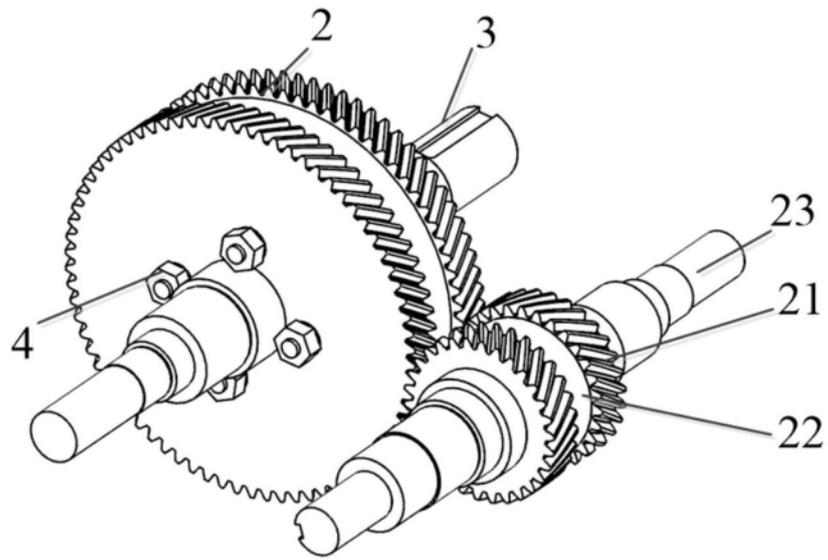


图3

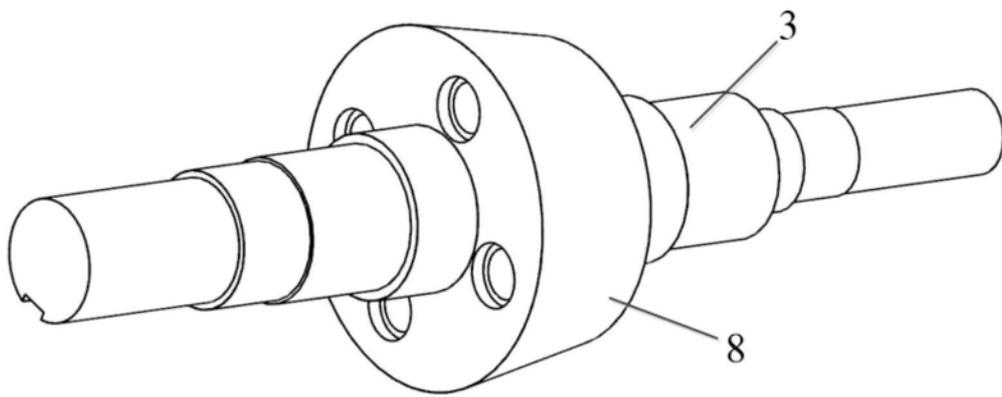


图4

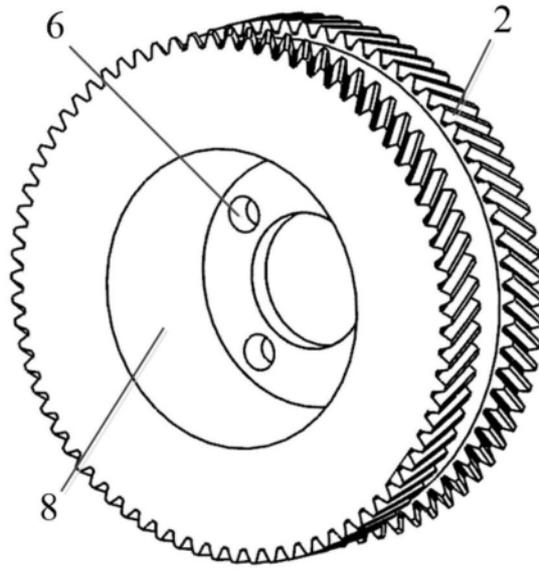


图5

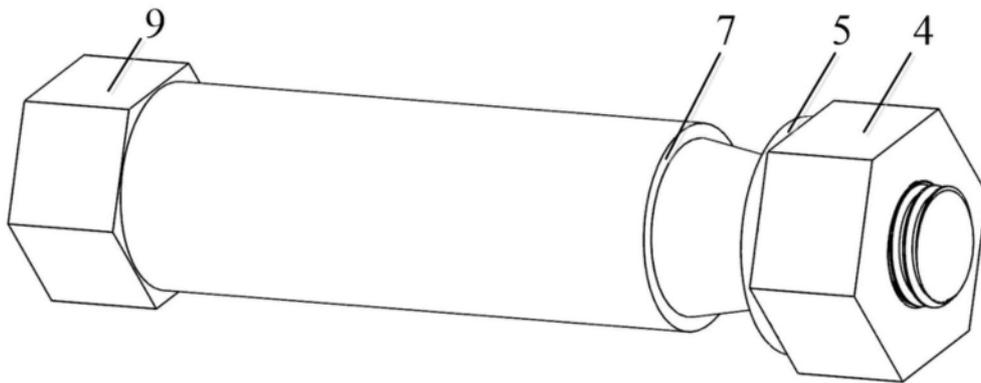


图6

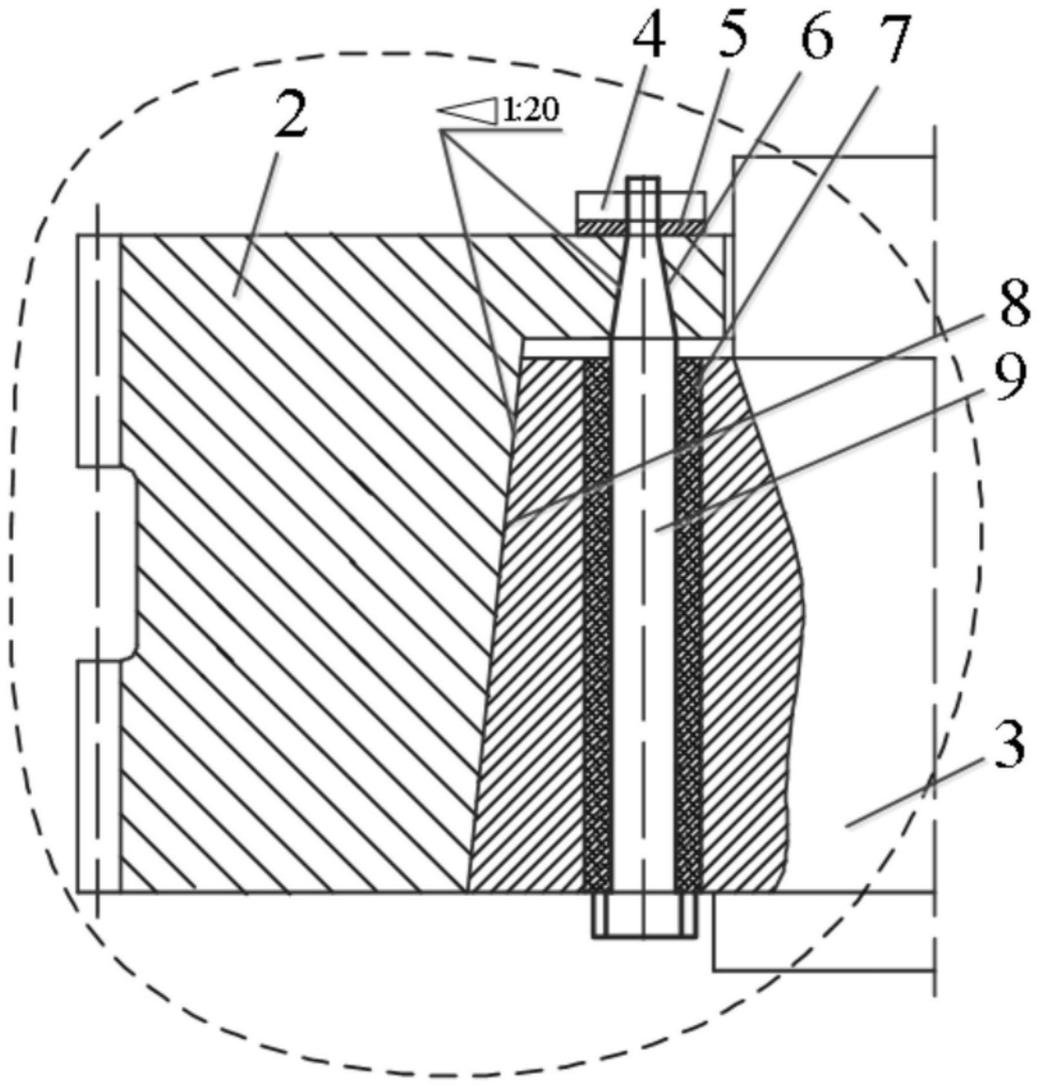


图7

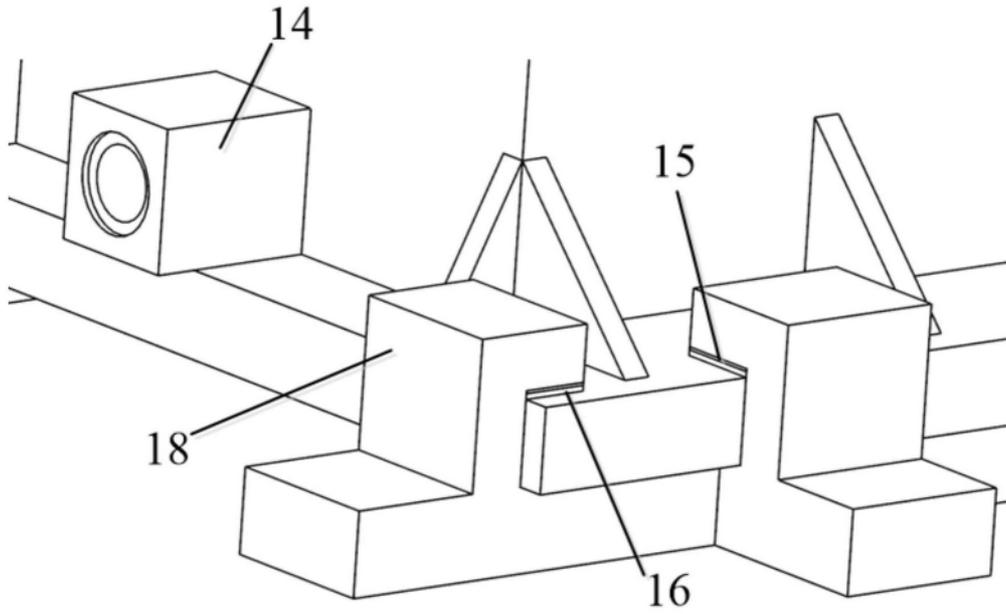


图8

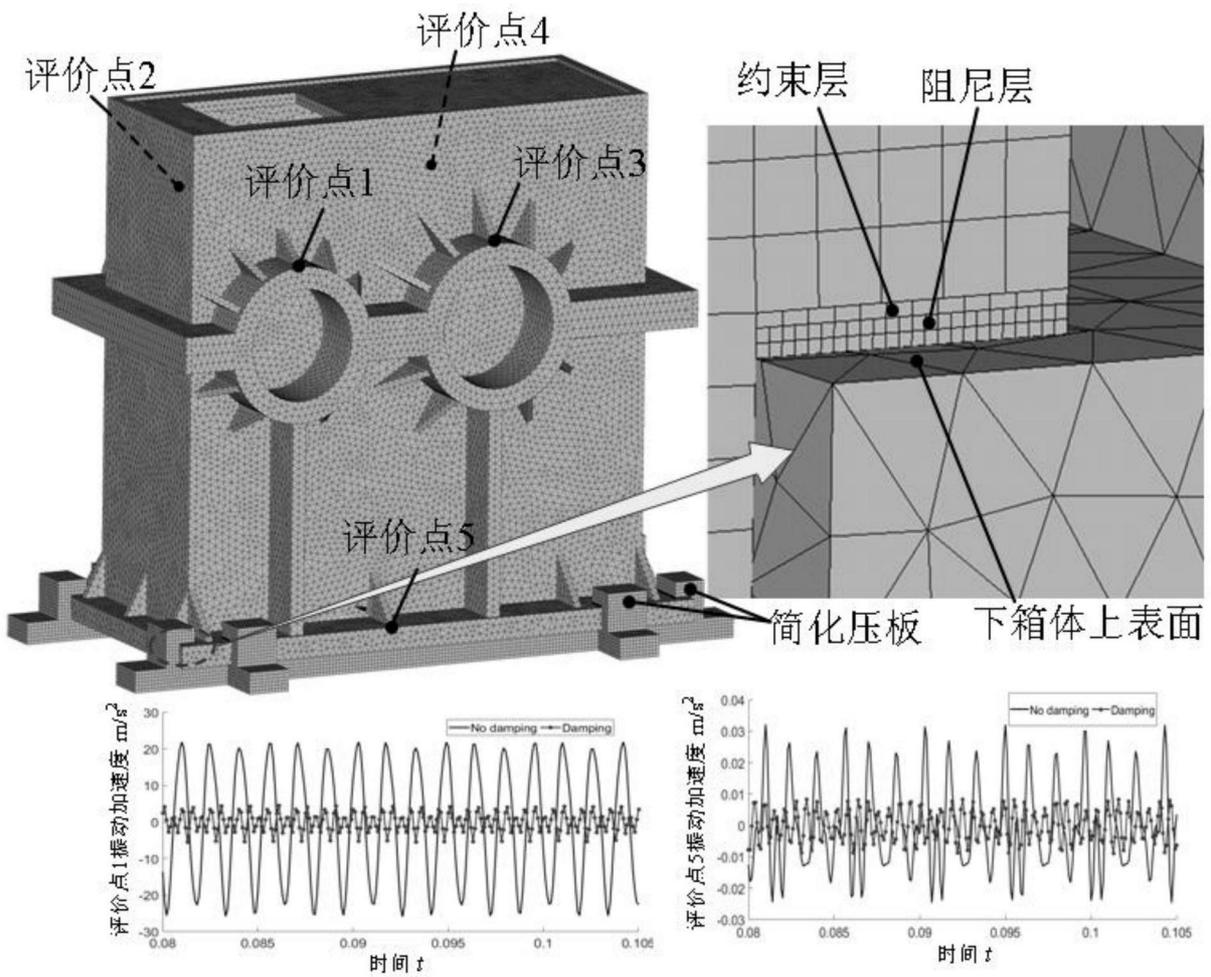


图9