



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114216788 A

(43) 申请公布日 2022.03.22

(21) 申请号 202111569371.8

(22) 申请日 2021.12.21

(71) 申请人 中国科学院力学研究所

地址 100190 北京市海淀区北四环西路15号

(72) 发明人 汪宁 师玉敏 高福平

(74) 专利代理机构 北京和信华成知识产权代理
事务所(普通合伙) 11390

代理人 吴迪

(51) Int.Cl.

G01N 3/16 (2006.01)

G01N 3/02 (2006.01)

G01M 13/00 (2019.01)

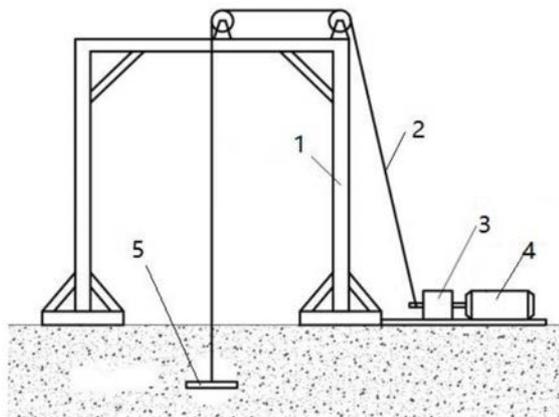
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

一种驱动转矩可控的土中锚固结构准静态加载装置

(57) 摘要

本发明涉及海洋工程检测装置技术领域,提供了一种驱动转矩可控的土中锚固结构准静态加载装置,包括装置本体,装置本体包括加载平台,加载平台通过牵引索分别连接锚固件和变速装置,变速装置通过动力源提供动力,变速装置的输入轴和输出轴均为转动,变速装置根据输出轴负载扭矩实时调整传动比,使输入轴的扭矩在所述变速装置的设计输出转矩范围内保持相对恒定;在加载后期需要克服较大土阻力时则通过提高传动比的方法达到抑制动力源输入转矩、保护动力源的目的;变速装置的传动特征属于无级变速,其传动比根据负载实时调整,输入转矩随负载增大而变化平滑,有利于提高动力源等核心设备的使用寿命。



1. 一种驱动转矩可控的土中锚固结构准静态加载装置,包括装置本体,其特征在于,所述装置本体包括:

加载平台,所述加载平台通过牵引索分别连接锚固件和变速装置,所述变速装置通过动力源提供动力;

所述变速装置的输入轴和输出轴均为转动,所述变速装置根据所述输出轴负载扭矩实时调整传动比,使所述输入轴的扭矩在所述变速装置的设计输出转矩范围内保持相对恒定。

2. 根据权利要求1所述的驱动转矩可控的土中锚固结构准静态加载装置,其特征在于,所述变速装置包括调速单元,所述调速单元分别连接有换向单元和补偿单元。

3. 根据权利要求2所述的驱动转矩可控的土中锚固结构准静态加载装置,其特征在于,所述调速单元包括传动机构,所述传动机构上连接有调速装置,所述调速装置上分别连接有主动齿轮和伸缩轴,所述伸缩轴与所述调速装置之间通过第一轴承相连接;

所述伸缩轴的外部连接有轴套件,所述轴套件的表面连接有第一从动齿轮和第二从动齿轮,所述伸缩轴可沿轴向相对于所述第一从动齿轮和所述第二从动齿轮移动,所述第一从动齿轮和所述第二从动齿轮之间的所述轴套件上设置有用以连接机架的第二轴承;

远离所述主动齿轮侧的所述轴套件的端部通过调速弹簧连接有第二输出轴,所述第二输出轴连接并带动所述补偿单元,所述补偿单元连接并带动所述输出轴。

4. 根据权利要求3所述的驱动转矩可控的土中锚固结构准静态加载装置,其特征在于,远离所述调速装置侧的所述伸缩轴端部处设置有多组导轮,所述第二输出轴的内表面设置有螺旋导槽,所述导轮在所述螺旋导槽中进行位移。

5. 根据权利要求3所述的驱动转矩可控的土中锚固结构准静态加载装置,其特征在于,靠近所述调速弹簧侧的所述轴套件上设置有可与所述第二输出轴相卡接的固定销,所述第二输出轴上设置有与所述固定销相卡接的卡条。

6. 根据权利要求3所述的驱动转矩可控的土中锚固结构准静态加载装置,其特征在于,所述传动机构包括与所述输入轴相连接的定长曲柄,远离所述输入轴侧的所述定长曲柄端部连接有连杆,远离所述定长曲柄侧的所述连杆的端部连接有调速曲柄。

7. 根据权利要求6所述的驱动转矩可控的土中锚固结构准静态加载装置,其特征在于,所述调速装置包括设置在所述调速曲柄上的轮架,所述轮架上设置有调速齿轮,所述调速齿轮包括同轴设置的第一调速齿轮和第二调速齿轮,所述第二调速齿轮啮合有伸缩齿条,所述伸缩齿条穿过所述主动齿轮并且通过所述第一轴承与所述伸缩轴相连接,所述第二调速齿轮的转速与所述主动齿轮的转速相同。

8. 根据权利要求3所述的驱动转矩可控的土中锚固结构准静态加载装置,其特征在于,所述换向单元包括与所述主动齿轮相啮合的第一传动齿轮,所述第一传动齿轮还啮合有第三传动齿轮,所述第一传动齿轮通过第一单向轴连接有与所述第一从动齿轮相啮合的第二传动齿轮,所述第三传动齿轮通过第二单向轴连接有与所述第二从动齿轮相啮合的第四传动齿轮;

所述第一单向轴和所述第二单向轴上分别连接有第三单向轴,所述第一从动齿轮和所述第二从动齿轮的旋转方向相同。

9. 根据权利要求3所述的驱动转矩可控的土中锚固结构准静态加载装置,其特征在于,

所述补偿单元包括分别设置在所述第二输出轴表面的齿轮架和太阳齿轮,所述齿轮架上连接有多个行星齿轮,多个所述行星齿轮同时与所述太阳齿轮相啮合,多个所述行星齿轮还同时与固定在所述机架上的内齿轮相啮合,远离所述第二从动齿轮侧的所述太阳齿轮上连接有飞轮;

所述太阳齿轮连接并带动所述输出轴旋转,所述太阳齿轮的转速与所述飞轮的转速相同。

10.根据权利要求9所述的驱动转矩可控的土中锚固结构准静态加载装置,其特征在于,靠近所述第二从动齿轮侧的所述第二输出轴上连接第四轴承。

一种驱动转矩可控的土中锚固结构准静态加载装置

技术领域

[0001] 本发明涉及海洋油气工程、海底结构承载力检测装置技术领域，具体涉及一种驱动转矩可控的土中锚固结构准静态加载装置。

背景技术

[0002] 海洋工程实践从近海浅水迈向远海深水海域，海底管道、海洋桩基础在高温高压、风暴等超常工况下承载力与稳定性正日益受到关注。锚固系统是深海浮式结构所常用的基础形式，要求埋设在海床一定深度的锚固基础具有足够的抗拔能力以确保浮式结构在风暴等极端环境条件下的稳定。

[0003] 准静态条件下的机械加载法是工程领域检测和评价极限承载力的最主要手段之一。其一般采用人力或电力作为动力源，通过固定传动比的机构对结构物施加指定方向的荷载，并最终根据结构位移与施加荷载的对应关系确定承载能力。该方法目前也已经被广泛用于海洋结构物承载力与稳定性问题的试验研究。

[0004] 对于获取极限承载力的加载试验，其最大荷载一般难以准确预知，且试验过程中达到最大加载量之前往往已经产生一定大小的位移。当采用电动设备进行加载时，若负载超过电机额定转矩时容易导致设备寿命降低甚至损坏。当受限于场地条件不得不采用人力加载时，由于人力大小有限，不得不采用如倒链、葫芦等具有极大传动比的设备。这就导致加载初期不仅荷载升高缓慢，且操作人员会因手摇次数过多而提前疲惫，影响后期较大荷载下的加载操作。

[0005] 如何有效地解决上述技术难点，是目前本领域技术人员需解决的问题。

发明内容

[0006] 为了解决上述技术问题或者至少部分地解决上述技术问题，本发明提供了一种驱动转矩可控的土中锚固结构准静态加载装置。

[0007] 驱动转矩可控的土中锚固结构准静态加载装置包括装置本体，所述装置本体包括：

[0008] 加载平台，所述加载平台通过牵引索分别连接锚固件和变速装置，所述变速装置通过动力源提供动力；

[0009] 所述变速装置的输入轴和输出轴均为转动，所述变速装置根据所述输出轴负载扭矩实时调整传动比，使所述输入轴的扭矩在所述变速装置的设计输出转矩范围内保持相对恒定。

[0010] 进一步地，所述变速装置包括调速单元，所述调速单元分别连接有换向单元和补偿单元。

[0011] 进一步地，所述调速单元包括传动机构，所述传动机构上连接有调速装置，所述调速装置上分别连接有主动齿轮和伸缩轴，所述伸缩轴与所述调速装置之间通过第一轴承相连接；

[0012] 所述伸缩轴的外部连接有轴套件,所述轴套件的表面连接有第一从动齿轮和第二从动齿轮,所述伸缩轴可沿轴向相对于所述第一从动齿轮和所述第二从动齿轮移动,所述第一从动齿轮和所述第二从动齿轮之间的所述轴套件上设置有用以连接机架的第二轴承;

[0013] 远离所述主动齿轮侧的所述轴套件的端部通过调速弹簧连接有第二输出轴,所述第二输出轴连接并带动所述补偿单元,所述补偿单元连接并带动所述输出轴。

[0014] 进一步地,远离所述调速装置侧的所述伸缩轴端部处设置有多组导轮,所述第二输出轴的内表面设置有螺旋导槽,所述导轮在所述螺旋导槽中进行位移。

[0015] 进一步地,所述输出轴与所述轴套件之间设置有调速弹簧,靠近所述调速弹簧侧的所述轴套件上设置有可与所述第二输出轴相卡接的固定销,所述第二输出轴上设置有与所述固定销相卡接的卡条。

[0016] 进一步地,所述传动机构包括与所述输入轴相连接的定长曲柄,远离所述输入轴侧的所述定长曲柄端部连接有连杆,远离所述定长曲柄侧的所述连杆的端部连接有调速曲柄。

[0017] 进一步地,所述调速装置包括设置在所述调速曲柄上的轮架,所述轮架上设置有调速齿轮,所述调速齿轮包括同轴设置的第一调速齿轮和第二调速齿轮,所述第二调速齿轮啮合有伸缩齿条,所述伸缩齿条穿过所述主动齿轮并且通过所述第一轴承与所述伸缩轴相连接,所述第二调速齿轮的转速与所述主动齿轮的转速相同。

[0018] 进一步地,所述换向单元包括与所述主动齿轮相啮合的第一传动齿轮,所述第一传动齿轮还啮合有第三传动齿轮,所述第一传动齿轮通过第一单向轴连接有与所述第一从动齿轮相啮合的第二传动齿轮,所述第三传动齿轮通过第二单向轴连接有与所述第二从动齿轮相啮合的第四传动齿轮;

[0019] 所述第一单向轴和所述第二单向轴上分别连接有第三单向轴,所述第一从动齿轮和所述第二从动齿轮的旋转方向相同。

[0020] 进一步地,所述补偿单元包括分别设置在所述第二输出轴表面的齿轮架和太阳齿轮,所述齿轮架上连接有多组行星齿轮,多个所述行星齿轮同时与所述太阳齿轮相啮合,多个所述行星齿轮还同时与固定在所述机架上的内齿轮相啮合,远离所述第二从动齿轮侧的所述太阳齿轮上连接有飞轮;

[0021] 所述太阳齿轮连接并带动所述输出轴旋转,所述太阳齿轮的转速与所述飞轮的转速相同。

[0022] 进一步地,靠近所述第二从动齿轮侧的所述第二输出轴上连接第四轴承。

[0023] 在本发明的加载初期,动力源为变速装置提供的输入转矩随锚固件所受土阻力增大而线性增大,当土阻力超过设定值后,变速装置传动比将逐渐增大,使动力源的输入转矩控制在目标数值,而不再随土阻力增大而明显增长。该性能在加载初期土阻力较小时可以提高加载速度、节约加载时间;而在加载后期需要克服较大土阻力时则通过提高传动比的方法达到抑制动力源输入转矩、保护动力源的目的。

[0024] 在加载后期,荷载接近极限承载力,此时变速装置的传动比增大而使荷载增速变缓。当外部的传感器采集频率相同时,该性能有助于试验者准确捕捉到极限承载力。

[0025] 变速装置的传动特征属于无级变速,其传动比根据负载实时调整,输入转矩随负载增大而变化平滑,有利于提高动力源等核心设备的使用寿命。

附图说明

- [0026] 图1是本发明提供的装置本体的结构示意图；
- [0027] 图2是本发明提供的变速装置的各单元结构示意图；
- [0028] 图3是本发明提供的变速装置的正面立体结构示意图；
- [0029] 图4是本发明提供的变速装置的后面立体结构示意图；
- [0030] 图5是本发明提供的导轮的结构示意图；
- [0031] 图6是本发明提供的输入轴的输入转矩与输出轴的输出负载关系图；
- [0032] 附图标记：
- [0033] 1、加载平台；
- [0034] 2、牵引索；
- [0035] 3、变速装置；31、输出轴；311、卡条；312、螺旋导槽；313、第二输出轴；32、补偿单元；321、齿轮架；322、飞轮；323、内齿轮；324、行星齿轮；325、太阳齿轮；33、调速单元；331、传动机构；3311、定长曲柄；3312、连杆；3313、调速曲柄；332、调速装置；3321、轮架；3322、调速齿轮；3323、伸缩齿条；333、主动齿轮；334、第一轴承；335、伸缩轴；3351、导轮；336、轴套件；3361、固定销；337、第一从动齿轮；338、第二从动齿轮；339、调速弹簧；34、换向单元；341、第一传动齿轮；342、第四传动齿轮；343、第二传动齿轮；344、第三单向轴；345、第三传动齿轮；35、输入轴；
- [0036] 4、动力源；
- [0037] 5、锚固件。

具体实施方式

[0038] 为了能够更清楚地理解本发明的上述目的、特征和优点，下面结合附图和实施例对本发明作进一步的详细说明。可以理解的是，所描述的实施例是本发明的一部分实施例，而不是全部的实施例。以下实施例仅用于解释本发明，而非对本发明的限定。基于所描述的本发明的实施例，本领域普通技术人员所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范畴。若未特别指明，实施例中所用的技术手段为本领域技术人员所熟知的常规手段。

[0039] 需要说明的是，在本文中，诸如“第一”和“第二”等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来，而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。术语“连接”、“相连”等术语应作广义理解，例如，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或成一体；可以是机械连接，也可以是电连接；可以是直接连接，也可以是通过中间媒介间接相连。术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含，从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素，而且还包括没有明确列出的其他要素，或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下，由语句“包括……”限定的要素，并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

[0040] 本发明提供的一实施例，如图1所示，一种驱动转矩可控的土中锚固结构准静态加载装置，包括装置本体，装置本体包括：

[0041] 加载平台1，加载平台1通过牵引索2分别连接锚固件5和变速装置3，变速装置3通过动力源4提供动力；

[0042] 变速装置3的输入轴35和输出轴31均为转动,变速装置3根据输出轴31负载扭矩实时调整传动比,使输入轴35的扭矩在变速装置3的设计输出转矩范围内保持相对恒定。

[0043] 在本实施例中,加载初期,动力源4为变速装置3提供的输入转矩随锚固件所受土阻力增大而线性增大,当土阻力超过设定值后,变速装置3传动比将逐渐增大,使动力源4的输入转矩控制在目标数值,而不再随土阻力增大而明显增长,如图6所示。该性能在加载初期土阻力较小时可以提高加载速度、节约加载时间;而在加载后期需要克服较大土阻力时则通过提高传动比的方法达到抑制动力源4输入转矩、保护动力源4的目的。

[0044] 在加载后期,荷载接近极限承载力,此时变速装置3的传动比增大而使荷载增速变缓。当外部的传感器采集频率相同时,该性能有助于试验者准确捕捉到极限承载力。

[0045] 变速装置3的传动特征属于无级变速,其传动比根据负载实时调整,输入转矩随负载增大而变化平滑,有利于提高动力源4等核心设备的使用寿命。

[0046] 加载平台1为一门式钢架,加载平台1上还设置有导引牵引索2的定滑轮。加载平台1基础面积应满足承载自身重量以及预估极限承载力的两倍竖向荷载。

[0047] 动力源4采用匀转速电动机。当试验荷载较小或对加载速率稳定性较低时,也可采用人力作为动力源。

[0048] 锚固件5埋入土中,锚固件5上连接有一牵引索2,牵引索2通过加载平台1的滑轮导引,与变速装置3连接。

[0049] 为了说明变速装置的结构,本发明提供的又一实施例,如图2所示,变速装置3包括调速单元33,调速单元33分别连接有换向单元34和补偿单元32。

[0050] 调速单元33感知输出轴31负载转矩,并根据负载转矩的大小而调整其内部调速曲柄3313的长度,从而实现对传动比的无级调节。调速单元33将来自输入轴35的单向转动转化为主动齿轮333的往复转动。

[0051] 换向单元34通过齿轮传动,将主动齿轮333的往复转动转化为第一从动齿轮337和第二从动齿轮338的单向非匀速转动。

[0052] 在输入轴35转速恒定时,补偿单元32可改善输出轴31输出转速的均匀性。当输出轴31在带有一定负载的情况下与锚固件5脱离时,补偿单元32则可将调速弹簧339的势能暂时转化为飞轮322动能并缓慢释放,以避免对变速装置3造成冲击。

[0053] 为了说明调速单元33的结构,本发明提供的又一实施例,结合图3和图4,调速单元33包括传动机构331,传动机构331上连接有调速装置332,调速装置332上分别连接有主动齿轮333和伸缩轴335,伸缩轴335与调速装置332之间通过第一轴承334相连接;

[0054] 伸缩轴335的外部连接有轴套件336,轴套件336的表面连接有第一从动齿轮337和第二从动齿轮338,伸缩轴335可沿轴向相对于第一从动齿轮337和第二从动齿轮338移动,第一从动齿轮337和第二从动齿轮338之间的轴套件336上设置有用于连接机架的第二轴承;

[0055] 远离主动齿轮333侧的轴套件336的端部通过调速弹簧339连接有第二输出轴313,第二输出轴313连接并带动补偿单元32,补偿单元32连接并带动输出轴31。

[0056] 为了说明导轮在螺旋导槽之间的连接关系,本发明提供的又一实施例,如图5所示,远离调速装置332侧的伸缩轴335端部处设置有多组导轮3351,第二输出轴313的内表面设置有螺旋导槽312,导轮3351在螺旋导槽312中进行位移。

[0057] 为了说明调速弹簧的结构,本发明提供的又一实施例,如图4所示,输出轴31与轴套件336之间设置有调速弹簧339,靠近调速弹簧339侧的轴套件336上设置有可与第二输出轴313相卡接的固定销3361,第二输出轴313上设置有与固定销3361相卡接的卡条311。

[0058] 为了说明传动机构331的结构,本发明提供的又一实施例,结合图3和图4,传动机构331包括与输入轴35相连接的定长曲柄3311,远离输入轴35侧的定长曲柄3311端部连接有连杆3312,远离定长曲柄3311侧的连杆3312的端部连接有调速曲柄3313。

[0059] 为了说明调速装置332的结构,本发明提供的又一实施例,如图3所示,调速装置332包括设置在调速曲柄3313上的轮架3321,轮架3321上设置有调速齿轮3322,调速齿轮3322包括同轴设置的第一调速齿轮和第二调速齿轮,第二调速齿轮啮合有伸缩齿条3323,伸缩齿条3323穿过主动齿轮333并且通过第一轴承334与伸缩轴335相连接,第二调速齿轮的转速与主动齿轮333的转速相同。

[0060] 在本实施例中,伸缩齿条3323与伸缩轴335通过第一轴承334相连接,使伸缩齿条3323和伸缩轴335沿轴向同步运动,同时允许伸缩齿条3323的移动速度与伸缩轴335沿轴的转速不同。

[0061] 初始状态下,调速弹簧339存在有一定预扭力,使固定销3361与卡条311相卡接。当输出轴31负载超过该预扭力时,输出轴31相对第二从动齿轮338旋转一定角度,伸缩轴335上导轮3351沿螺旋导槽312内滑动,从而使伸缩轴335带动伸缩齿条3323向输出轴31侧移动。此时,伸缩齿条3323带动调速齿轮3322转动,并进一步拉动调速曲柄3313,使其与定长曲柄3311、连杆3312组成的传动机构331的传动比增大。输入轴35每转动一周,调速曲柄3313带动主动齿轮333完成一次往复转动。

[0062] 本发明提供的又一实施例,结合图3和图4,换向单元34包括与主动齿轮333相啮合的第一传动齿轮341,第一传动齿轮341还啮合有第三传动齿轮345,第一传动齿轮345通过第一单向轴连接有与第一从动齿轮337相啮合的第二传动齿轮343,第三传动齿轮345通过第二单向轴连接有与第二从动齿轮338相啮合的第四传动齿轮342;

[0063] 第一单向轴和第二单向轴上分别连接有第三单向轴344,第一从动齿轮337和第二从动齿轮338的旋转方向相同。

[0064] 在本实施例中,当主动齿轮333沿图3中的顺时针方向转动时,第一传动齿轮341带动第二传动齿轮343逆时针转动,从而使第一从动齿轮337带动第二从动齿轮338和输出轴31顺时针转动。当主动齿轮333沿图3中的逆时针方向转动时,第一传动齿轮341带动第三传动齿轮345逆时针转动,第三传动齿轮345带动第四传动齿轮342逆时针转动,从而使第二从动齿轮338和输出轴31顺时针转动。

[0065] 本发明提供的又一实施例,结合图3和图4,补偿单元32包括分别设置在第二输出轴313表面的齿轮架321和太阳齿轮325,齿轮架321上连接有多个行星齿轮324,多个行星齿轮324同时与太阳齿轮325相啮合,多个行星齿轮324还同时与固定在机架上的内齿轮323相啮合,远离第二从动齿轮338侧的太阳齿轮325上连接有飞轮322;

[0066] 太阳齿轮325连接并带动输出轴31旋转,太阳齿轮325的转速与飞轮322的转速相同。

[0067] 在加载过程中,输入轴35的转动经过调速单元33和换向单元34传动后,第一从动齿轮337和第二从动齿轮338的转动具有非匀速性。

[0068] 当第二从动齿轮338的转速大于输出轴31的转速时,调速弹簧339扭力增加,齿轮架321和飞轮322转速增加,从而将能量以调速弹簧339的弹性势能和飞轮322的动能的形式储存,同时减缓输出轴31转速的提高。

[0069] 当第二从动齿轮328的转速小于输出轴31的转速时,调速弹簧339扭力减少,齿轮架321和飞轮322转速降低,从而使其弹性势能和动能补偿给输出轴31,以减缓输出轴31速度的降低。

[0070] 当加载过程中发生意外,或加载结束后存在残余荷载时,也就是说,输出轴31在带有负载的情况下断开与锚固件5的连接时,齿轮架321在调速弹簧339残余的扭力作用下带动飞轮322旋转,将弹性势能逐渐转化为动能,从而避免因弹簧扭力突然释放而在变速装置3内产生冲击性荷载。

[0071] 本发明提供的又一实施例,靠近第二从动齿轮338侧的第二输出轴313上连接第四轴承。

[0072] 在本发明中,变速装置3主要采用齿轮与四连杆机构传动,可减少构件磨损、提高负荷能力和可靠性。

[0073] 本发明采用纯机械原理实现,而不依赖任何电磁学伺服控制系统,工作过程可靠,对变速装置3保养和防护要求低,更适宜在野外恶劣环境下的加载试验。

[0074] 以上所述并非是对本发明的限制,最后应说明的是:以上实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制。尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明。本领域的普通技术人员应当理解: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,在不偏离本发明精神的基础上所做的修改或替换,均属于本发明要求保护的范围。

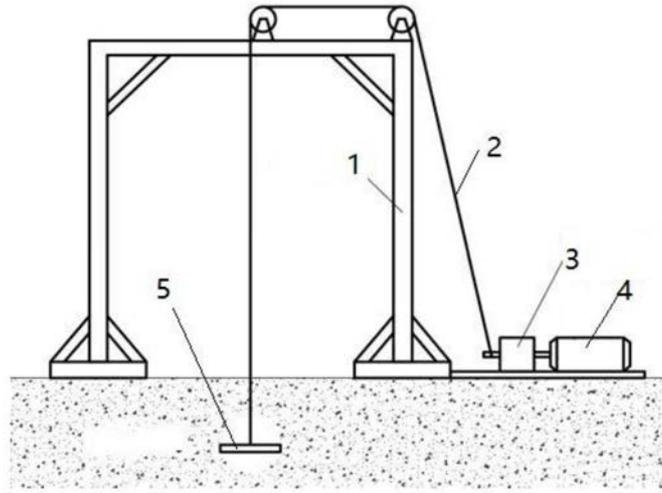


图1

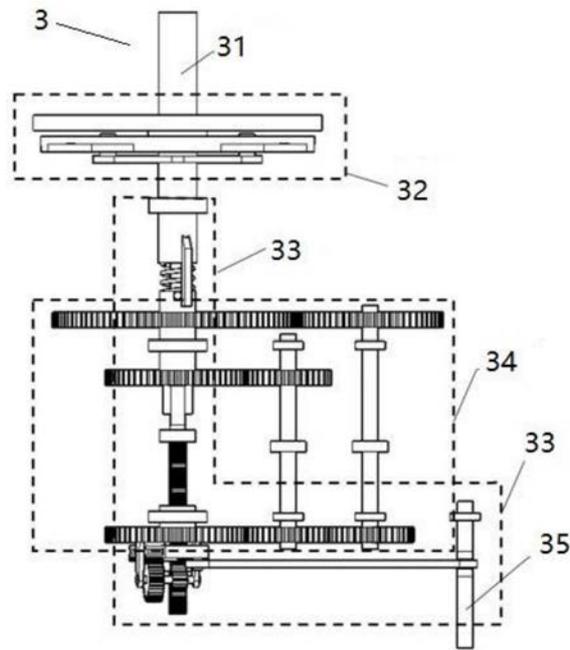


图2

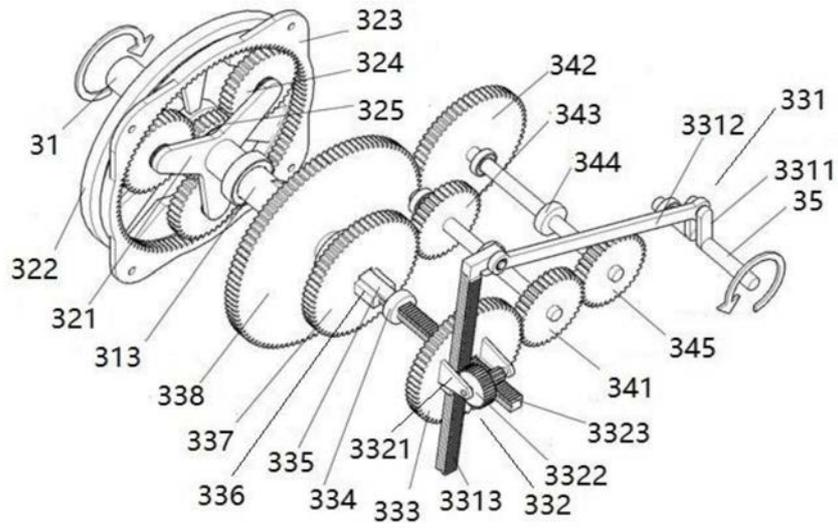


图3

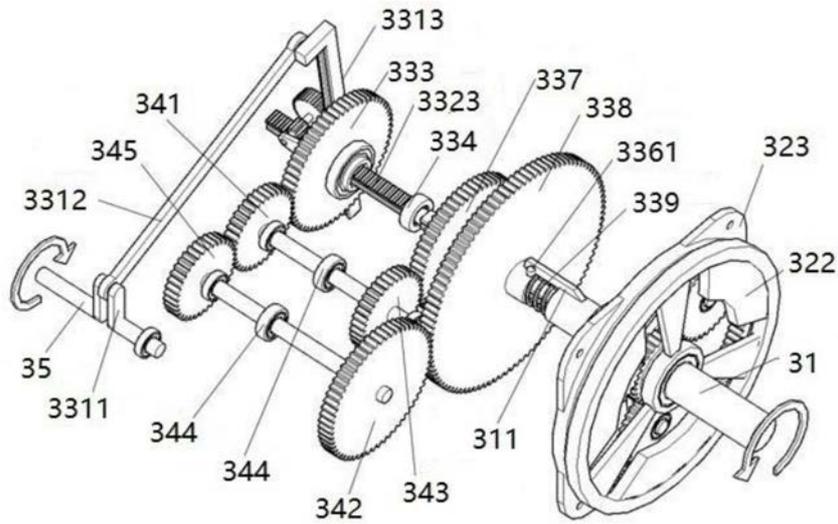


图4

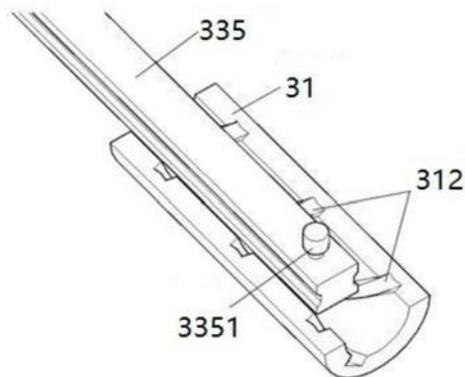


图5

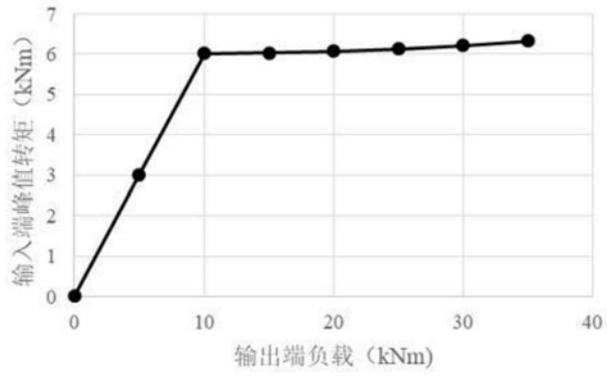


图6