



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119437937 A

(43) 申请公布日 2025. 02. 14

(21) 申请号 202411867707.2

(22) 申请日 2024.12.18

(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

申请人 北京汇福林科技发展有限公司

(72) 发明人 汪宁 漆文刚 张琪 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

专利代理师 胡剑辉

(51) Int.Cl.

G01N 3/24 (2006.01)

G01N 3/02 (2006.01)

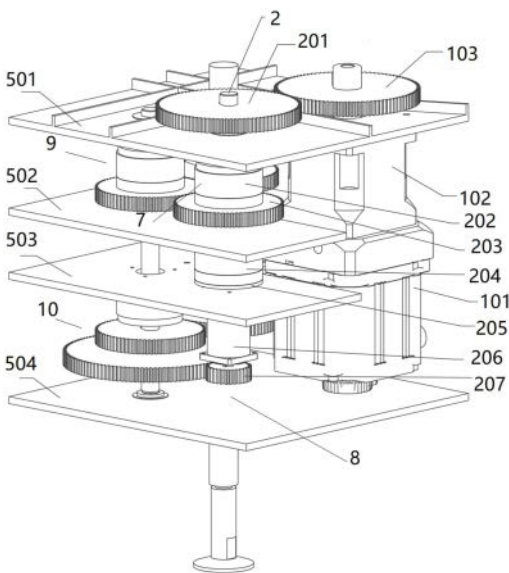
权利要求书2页 说明书7页 附图7页

(54) 发明名称

一种用于土体强度测试的十字板剪切试验装置

(57) 摘要

本发明公开了岩土工程技术领域的一种用于土体强度测试的十字板剪切试验装置,包括依传动顺序顺次设置的动力组件、第二传动轴、第一传动轴和丝杆,并且丝杆的下端固定设置有用固定连接测试结构的丝杆连接头;十字板剪切试验装置具有上下运动模式和转动剪切模式两种工作模式:在第三传动组件跟随第二传动轴转动、第二传动组件将第一传动轴固定、并且丝杆约束组件限制丝杆转动时,丝杆带动测试机构向上或向下运动;在第一传动组件跟随第一传动轴转动、第四传动组件跟随第二传动轴转动、并且丝杆约束组件释放丝杆时,丝杆带动测试机构进行转动剪切。



1. 一种用于土体强度测试的十字板剪切试验装置,其特征在于,

包括依传动顺序顺次设置的动力组件(1)、第二传动轴(2)、第一传动轴(3)和丝杆(4),并且所述丝杆(4)的下端固定设置有用以固定连接测试结构(6)的丝杆接头(407);

所述第二传动轴(2)上顺次设置有与所述动力组件(1)传动连接的传动装置输入齿轮(201)及第三传动组件(7)和第四传动组件(8),所述第一传动轴(3)上设置有第一传动组件(9)和第二传动组件(10),所述丝杆(4)上设置有丝杆转动组件(11)和丝杆约束组件(12);其中,所述第三传动组件(7)、所述第一传动组件(9)和所述丝杆转动组件(11)顺次传动连接,所述第四传动组件(8)、所述第二传动组件(10)和所述丝杆约束组件(12)顺次传动连接,所述第三传动组件(7)、所述第四传动组件(8)和所述第一传动组件(9)均能够选择跟随传动轴转动或不跟随传动轴转动,所述第二传动组件(10)能够固定或释放所述第一传动轴(3),所述丝杆约束组件(12)能够释放或限制所述丝杆(4)转动;

十字板剪切试验装置具有上下运动模式和转动剪切模式两种工作模式:

在所述第三传动组件(7)跟随所述第二传动轴(2)转动、所述第二传动组件(10)将所述第一传动轴(3)固定、并且所述丝杆约束组件(12)限制所述丝杆(4)转动时,所述丝杆(4)带动所述测试机构向上或向下运动;

在所述第一传动组件(9)跟随所述第一传动轴(3)转动、所述第四传动组件(8)跟随所述第二传动轴(2)转动、并且所述丝杆约束组件(12)释放所述丝杆(4)时,所述丝杆(4)带动所述测试机构进行转动剪切。

2. 根据权利要求1所述的一种用于土体强度测试的十字板剪切试验装置,其特征在于,

所述十字板剪切试验装置还包括固定安装于装置框架上的第一安装板(501)、第二安装板(502)、第三安装板(503)和第四安装板(504);

所述第二传动轴(2)的两端通过轴承固定在所述第一安装板(501)和所述第二安装板(502)上,所述第二传动轴(2)上由高到低顺次设置有传动装置输入齿轮(201)、第三离合器(202)、第六齿轮(203)和第四离合器(204);所述传动装置输入齿轮(201)与所述第二传动轴(2)键连接,所述第三离合器(202)的输入盘与所述第二传动轴(2)键连接,所述第三离合器(202)的输出盘与所述第六齿轮(203)螺接,所述第六齿轮(203)通过轴承安装于所述第二传动轴(2)上;所述第四离合器(204)的输入盘与所述第二传动轴(2)键连接,所述第四离合器(204)的输出盘与减速机输入盘(205)螺接,所述减速机输入盘(205)的另一端与行星减速机(206)输入端链接,所述行星减速机(206)螺接于所述第三安装板(503)的下端面,所述行星减速机(206)的输出端键连接有第七齿轮(207);

所述第一传动轴(3)的两端通过轴承固定在所述第一安装板(501)和所述第四安装板(504)上,所述第一传动轴(3)上由高到低顺次设置有第一离合器(301)、第三齿轮(302)、第二离合器(303)、第四齿轮(304)和第五齿轮(305);所述第一离合器(301)的输入盘与所述第一传动轴(3)键连接,输出盘与所述第三齿轮(302)螺接,所述第三齿轮(302)通过轴承安装于所述第一传动轴(3)上,并与所述第六齿轮(203)啮合;所述第二离合器(303)的输入盘与所述第一传动轴(3)键连接,输出盘与所述第三安装板(503)螺接,所述第四齿轮(304)和所述第五齿轮(305)均与所述第一传动轴(3)键连接,所述第五齿轮(305)与所述第七齿轮(207)啮合;

所述丝杆(4)是那个由高到低顺次设置有涡轮(401)、第一齿轮(402)、键轮(403)和第

二齿轮(404);所述涡轮(401)通过内螺纹与所述丝杆(4)螺纹连接,所述涡轮(401)固定设置于涡轮套(405)内,所述涡轮套(405)螺接于所述第一安装板(501)下方,所述第一齿轮(402)键连接于所述涡轮(401)下方,并且与所述第三齿轮(302)啮合;所述键轮(403)通过内键与所述丝杆(4)表面的键槽连接,所述键轮(403)固定设置于键轮套(406)内,所述键轮套(406)螺接于所述第三安装板(503)下方。

3.根据权利要求1所述的一种用于土体强度测试的十字板剪切试验装置,其特征在于,所述测试结构(6)包括环箍(601)、测试组件和用于保护测试组件的壳体,所述壳体的端部与探杆连接件(602)螺接;

所述探杆连接件(602)和所述丝杆连接头(407)上均设置有能够被所述环箍(601)夹紧的圆形连接片,并且其中一个所述圆形连接片上设置有方形凸起,另一所述圆形连接片上设置有与所述方形凸起适配的方形凹槽。

4.根据权利要求3所述的一种用于土体强度测试的十字板剪切试验装置,其特征在于,所述测试组件包括扭力传感器(603)、传感器连接件(604)、传感器连接轴(605)、探杆(606)和十字板(607),所述扭力传感器(603)与所述壳体螺接,所述扭力传感器(603)测量端的方形凸起与所述传感器连接件(604)一侧的方形插孔对接,所述传感器连接件(604)与所述传感器连接轴(605)螺接,所述传感器连接轴(605)与所述探杆(606)的一端螺接,所述探杆(606)的另一端与所述十字板(607)螺接;

所述传感器连接轴(605)的两侧设置有圆锥轴承(608),所述圆锥轴承(608)与所述壳体接触,所述探杆(606)与所述传感器连接轴(605)螺接处设有陶瓷轴承(609),所述陶瓷轴承(609)与所述壳体接触。

5.根据权利要求4所述的一种用于土体强度测试的十字板剪切试验装置,其特征在于,所述壳体包括顺次螺接的传感器外套(6010)、轴承组上套(6011)、轴承组下套(6012)和探杆外套(6013),所述扭力传感器(603)螺接于所述传感器外套(6010)内,所述探杆连接件(602)与所述传感器外套(6010)螺接,两个所述圆锥轴承(608)分别与所述轴承组上套(6011)和所述轴承组下套(6012)接触,所述陶瓷轴承(609)与所述探杆外套(6013)接触。

6.根据权利要求5所述的一种用于土体强度测试的十字板剪切试验装置,其特征在于,所述探杆连接件(602)上设置有导电滑环(6014),并且固定环上的电极与扭力传感器(603)的引线连接,转动环上的电极与外部测量采集设备连接。

7.根据权利要求5所述的一种用于土体强度测试的十字板剪切试验装置,其特征在于,所述探杆(606)由多节杆体首尾螺接而成,每个螺接位置均设置有陶瓷轴承(609),所述探杆外套(6013)由多节套体首尾螺接而成。

8.根据权利要求2所述的一种用于土体强度测试的十字板剪切试验装置,其特征在于,所述动力组件(1)包括电机(101)、电机减速机(102)和减速机输出齿轮(103),所述减速机输出齿轮(103)通过键连接安装于减速机输出轴上,所述减速机输出齿轮(103)与所述传动装置输入齿轮(201)啮合。

一种用于土体强度测试的十字板剪切试验装置

技术领域

[0001] 本发明涉及岩土工程技术领域,具体涉及一种用于土体强度测试的十字板剪切试验装置。

背景技术

[0002] 十字板剪切试验是用于测试饱和粘性土不排水抗剪强度的一种传统试验方法。其具有避免取土过程扰动影响、测试原理可以较为直接地反映土体的天然强度的优点。

[0003] 开展十字板剪切试验时,首先将十字板压入地层指定深度,然后按一定速度匀速转动十字板以测试十字板转矩,并将测得的转矩根据十字板尺寸换算为黏土的不排水抗剪强度。

[0004] 目前常见的十字板测试系统中,多数采用一套液压系统+一台电动机或两台电动机分别对探杆的贯入以及旋转剪切进行驱动。两套动力系统会使测试设备重量增大,从而使整个系统不便于安装和转移。而对于控制探杆进行贯入操作的装置,常见的十字板设备一般采用加载横梁搭配长度大于行程的螺杆或导轨形式,该结构形式不仅在贯入过程中需要不断接长探杆,其导轨还显著增大了加载设备在垂直方向上的尺寸。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种用于土体强度测试的十字板剪切试验装置,以解决现有技术中十字板剪切试验装置压入过程和旋转剪切过程由两套不同的动力设备执行,不仅设备体积、重量较大而不便于转移,而且试验过程耗时较长的技术问题。

[0006] 为解决上述技术问题,本发明具体提供一种用于土体强度测试的十字板剪切试验装置,包括依传动顺序顺次设置的动力组件、第二传动轴、第一传动轴和丝杆,并且所述丝杆的下端固定设置有用以固定连接测试结构的丝杆连接头;

[0007] 所述第二传动轴上顺次设置有与所述动力组件传动连接的传动装置输入齿轮及第三传动组件和第四传动组件,所述第一传动轴上设置有第一传动组件和第二传动组件,所述丝杆上设置有丝杆转动组件和丝杆约束组件;其中,所述第三传动组件、所述第一传动组件和所述丝杆转动组件顺次传动连接,所述第四传动组件、所述第二传动组件和所述丝杆约束组件顺次传动连接,所述第三传动组件、所述第四传动组件和所述第一传动组件均能够选择跟随传动轴转动或不跟随传动轴转动,所述第二传动组件能够固定或释放所述第一传动轴,所述丝杆约束组件能够释放或限制所述丝杆转动;

[0008] 十字板剪切试验装置具有上下运动模式和转动剪切模式两种工作模式:

[0009] 在所述第三传动组件跟随所述第二传动轴转动、所述第二传动组件将所述第一传动轴固定、并且所述丝杆约束组件限制所述丝杆转动时,所述丝杆带动所述测试机构向上或向下运动;

[0010] 在所述第一传动组件跟随所述第一传动轴转动、所述第四传动组件跟随所述第二传动轴转动、并且所述丝杆约束组件释放所述丝杆时,所述丝杆带动所述测试机构进行转

动剪切。

[0011] 作为本发明的一种优选方案,所述十字板剪切试验装置还包括固定安装于装置框架上的第一安装板、第二安装板、第三安装板和第四安装板;

[0012] 所述第二传动轴的两端通过轴承固定在所述第一安装板和所述第二安装板上,所述第二传动轴上由高到低顺次设置有传动装置输入齿轮、第三离合器、第六齿轮和第四离合器;所述传动装置输入齿轮与所述第二传动轴键连接,所述第三离合器的输入盘与所述第二传动轴键连接,所述第三离合器的输出盘与所述第六齿轮螺接,所述第六齿轮通过轴承安装于所述第二传动轴上;所述第四离合器的输入盘与所述第二传动轴键连接,所述第四离合器的输出盘与减速机输入盘螺接,所述减速机输入盘的另一端与行星减速机输入端链接,所述行星减速机螺接于所述第三安装板的下端面,所述行星减速机的输出端键连接有第七齿轮;

[0013] 所述第一传动轴的两端通过轴承固定在所述第一安装板和所述第四安装板上,所述第一传动轴上由高到低顺次设置有第一离合器、第三齿轮、第二离合器、第四齿轮和第五齿轮;所述第一离合器的输入盘与所述第一传动轴键连接,输出盘与所述第三齿轮螺接,所述第三齿轮通过轴承安装于所述第一传动轴上,并与所述第六齿轮啮合;所述第二离合器的输入盘与所述第一传动轴键连接,输出盘与所述第三安装板螺接,所述第四齿轮和所述第五齿轮均与所述第一传动轴键连接,所述第五齿轮与所述第七齿轮啮合;

[0014] 所述丝杆是那个由高到低顺次设置有涡轮、第一齿轮、键轮和第二齿轮;所述涡轮通过内螺纹与所述丝杆螺纹连接,所述涡轮固定设置于涡轮套内,所述涡轮套螺接于所述第一安装板下方,所述第一齿轮键连接于所述涡轮下方,并且与所述第三齿轮啮合;所述键轮通过内键与所述丝杆表面的键槽连接,所述键轮固定设置于键轮套内,所述键轮套螺接于所述第三安装板下方。

[0015] 作为本发明的一种优选方案,所述测试结构包括环箍、测试组件和用于保护测试组件的壳体,所述壳体的端部与探杆连接件螺接;

[0016] 所述探杆连接件和所述丝杆连接头上均设置有能够被所述环箍夹紧的圆形连接片,并且其中一个所述圆形连接片上设置有方形凸起,另一所述圆形连接片上设置有与所述方形凸起适配的方形凹槽。

[0017] 作为本发明的一种优选方案,所述测试组件包括扭力传感器、传感器连接件、传感器连接轴、探杆和十字板,所述扭力传感器与所述壳体螺接,所述扭力传感器测量端的方形凸起与所述传感器连接件一侧的方形插孔对接,所述传感器连接件与所述传感器连接轴螺接,所述传感器连接轴与所述探杆的一端螺接,所述探杆的另一端与所述十字板螺接;

[0018] 所述传感器连接轴的两侧设置有圆锥轴承,所述圆锥轴承与所述壳体接触,所述探杆与所述传感器连接轴螺接处设有陶瓷轴承,所述陶瓷轴承与所述壳体接触。

[0019] 作为本发明的一种优选方案,所述壳体包括顺次螺接的传感器外套、轴承组上套、轴承组下套和探杆外套,所述扭力传感器螺接于所述传感器外套内,所述探杆连接件与所述传感器外套螺接,两个所述圆锥轴承分别与所述轴承组上套和所述轴承组下套接触,所述陶瓷轴承与所述探杆外套接触。

[0020] 作为本发明的一种优选方案,所述探杆由多节杆体首尾螺接而成,每个螺接位置均设置有陶瓷轴承,所述探杆外套由多节套体首尾螺接而成。

[0021] 作为本发明的一种优选方案,所述探杆连接件上设置有导电滑环,并且固定环上的电极与扭力传感器的引线连接,转动环上的电极与外部测量采集设备连接。

[0022] 作为本发明的一种优选方案,所述动力组件包括电机、电机减速机和减速机输出齿轮,所述减速机输出齿轮通过键连接安装于减速机输出轴上,所述减速机输出齿轮与所述传动装置输入齿轮啮合。

[0023] 本发明与现有技术相比较具有如下有益效果:

[0024] 该十字板剪切试验装置通过控制各传动组件及丝杆约束组件的状态,可以使十字板剪切试验装置进入上下运动模式或转动剪切模式。在所述第三传动组件跟随所述第二传动轴转动、所述第二传动组件将所述第一传动轴固定、并且所述丝杆约束组件限制所述丝杆转动时,所述丝杆带动所述测试机构向上或向下运动,实现测试机构压入地层;在所述第一传动组件跟随所述第一传动轴转动、所述第四传动组件跟随所述第二传动轴转动、并且所述丝杆约束组件释放所述丝杆时,所述丝杆带动所述测试机构进行转动剪切,测试饱和粘性土不排水抗剪强度。使用一套动力系统,同时实现十字板的贯入和旋转剪切过程,从而减小了加载设备的体积和重量,便于安装和转移设备。

[0025] 本发明中不采用导轨,直接采用丝杠4带动测试机构向下移动,整体上缩短了设备的长度。

附图说明

[0026] 为了更清楚地说明本发明的实施方式或现有技术中的技术方案,下面将对实施方式或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍。显而易见地,下面描述中的附图仅仅是示例性的,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据提供的附图引伸获得其它的实施附图。

[0027] 图1为本发明中十字板剪切试验装置的整体结构示意图;

[0028] 图2为本发明中驱动组件的第一视角的结构示意图;

[0029] 图3为本发明中驱动组件的第二视角的结构示意图;

[0030] 图4为本发明中驱动组件的第三视角的结构示意图;

[0031] 图5为本发明中测试机构的剖视示意图;

[0032] 图6为本发明中十字板和探杆连接的结构示意图;

[0033] 图7为本发明中环箍、丝杆连接头和探杆连接件的结构示意图;

[0034] 图8为现有技术中设置有升降导轨的十字板剪切装置。

[0035] 图中的标号分别表示如下:

[0036] 1-动力组件,101-电机,102-电机减速机,103-减速机输出齿轮;

[0037] 2-第二传动轴,201-传动装置输入齿轮,202-第三离合器,203-第六齿轮,204-第四离合器,205-减速机输入盘,206-行星减速机,207-第七齿轮;

[0038] 3-第一传动轴,301-第一离合器,302-第三齿轮,303-第二离合器,304-第四齿轮,305-第五齿轮;

[0039] 4-丝杆,401-涡轮,402-第一齿轮,403-键轮,404-第二齿轮,405-涡轮套,406-键轮套,407-丝杆连接头;

[0040] 501-第一安装板,502-第二安装板,503-第三安装板,504-第四安装板;

[0041] 6-测试结构,601-环箍,602-探杆连接件,603-扭力传感器,604-传感器连接件,605-传感器连接轴,606-探杆,607-十字板,608-圆锥轴承,609-陶瓷轴承,6010-传感器外套,6011-轴承组上套,6012-轴承组下套,6013-探杆外套,6014-导电滑环;

[0042] 7-第三传动组件,8-第四传动组件,9-第一传动组件,10-第二传动组件,11-丝杆转动组件,12-丝杆约束组件。

具体实施方式

[0043] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0044] 本发明具体提供一种用于土体强度测试的十字板剪切试验装置,包括依传动顺序顺次设置的动力组件1、第二传动轴2、第一传动轴3和丝杆4,并且丝杆4的下端固定设置有用于固定连接测试结构6的丝杆连接头407;

[0045] 第二传动轴2上顺次设置有与动力组件1传动连接的传动装置输入齿轮201及第三传动组件7和第四传动组件8,第一传动轴3上设置有第一传动组件9和第二传动组件10,丝杆4上设置有丝杆转动组件11和丝杆约束组件12;其中,第三传动组件7、第一传动组件9和丝杆转动组件11顺次传动连接,第四传动组件8、第二传动组件10和丝杆约束组件12顺次传动连接,第三传动组件7、第四传动组件8和第一传动组件9均能够选择跟随传动轴转动或不跟随传动轴转动,第二传动组件10能够固定或释放第一传动轴3,丝杆约束组件12能够释放或限制丝杆4转动;

[0046] 十字板剪切试验装置具有上下运动模式和转动剪切模式两种工作模式:

[0047] 在第三传动组件7跟随第二传动轴2转动、第二传动组件10将第一传动轴3固定、并且丝杆约束组件12限制丝杆4转动时。此时第二传动轴2转动,第一传动轴3静止,第四传动组件8不跟随第二传动轴2转动,第一传动组件9能够自由转动,此时丝杆4带动测试机构向上或向下运动;

[0048] 在第一传动组件9跟随第一传动轴3转动、第四传动组件8跟随第二传动轴2转动、并且丝杆约束组件12释放丝杆4时。此时,第一传动轴3、第二传动轴2和丝杆4均能够转动,丝杆4带动测试机构进行转动剪切。

[0049] 该十字板剪切试验装置通过控制各传动组件及丝杆约束组件12的状态,可以使十字板剪切试验装置进入上下运动模式或转动剪切模式。即在第三传动组件7跟随第二传动轴2转动、第二传动组件10将第一传动轴3固定、并且丝杆约束组件12限制丝杆4转动时,丝杆4带动测试机构向上或向下运动,实现测试机构压入地层;在第一传动组件9跟随第一传动轴3转动、第四传动组件8跟随第二传动轴2转动、并且丝杆约束组件12释放丝杆4时,丝杆4带动测试机构进行转动剪切,测试饱和粘性土不排水抗剪强度。使用一套机械装置,同时实现十字板607的贯入和旋转剪切过程,从而减小了加载设备的体积和重量。

[0050] 如图8所示,对于控制探杆进行贯入操作的装置,采用加载横梁搭配长度大于行程的导轨,其导轨还显著增大了加载设备在垂直方向上的尺寸。

[0051] 本发明中不采用导轨,直接采用丝杆4带动测试机构向下移动,整体上缩短了设备

的长度。

[0052] 进一步地,各传动组件、丝杆约束组件12及丝杆转动组件11的具体设置方式如下:

[0053] 第三传动组件7包括第三离合器202、第六齿轮203。第四传动组件8包括第四离合器204、减速机输入盘205、行星减速机206和第七齿轮207。第一传动组件9包括第一离合器301、第三齿轮302。第二传动组件10包括第二离合器303、第四齿轮304和第五齿轮305。丝杆转动组件11包括涡轮401、第一齿轮402和涡轮套405。丝杆约束组件12包括键轮403、第二齿轮404和键轮套406。

[0054] 丝杆4十字板剪切试验装置还包括固定安装于装置框架上的第一安装板501、第二安装板502、第三安装板503和第四安装板504;

[0055] 第二传动轴2的两端通过轴承固定在第一安装板501和第二安装板502上,第二传动轴2上由高到低顺次设置有传动装置输入齿轮201、第三离合器202、第六齿轮203和第四离合器204;传动装置输入齿轮201与第二传动轴2键连接,第三离合器202的输入盘与第二传动轴2键连接,第三离合器202的输出盘与第六齿轮203螺接,第六齿轮203通过轴承安装于第二传动轴2上;第四离合器204的输入盘与第二传动轴2键连接,第四离合器204的输出盘与减速机输入盘205螺接,减速机输入盘205的另一端与行星减速机206输入端链接,行星减速机206螺接于第三安装板503的下端面,行星减速机206的输出端键连接有第七齿轮207;

[0056] 第一传动轴3的两端通过轴承固定在第一安装板501和第四安装板504上,第一传动轴3上由高到低顺次设置有第一离合器301、第三齿轮302、第二离合器303、第四齿轮304和第五齿轮305;第一离合器301的输入盘与第一传动轴3键连接,输出盘与第三齿轮302螺接,第三齿轮302通过轴承安装于第一传动轴3上,并与第六齿轮203啮合;第二离合器303的输入盘与第一传动轴3键连接,输出盘与第三安装板503螺接,第四齿轮304和第五齿轮305均与第一传动轴3键连接,第五齿轮305与第七齿轮207啮合;

[0057] 丝杆4是那个由高到低顺次设置有涡轮401、第一齿轮402、键轮403和第二齿轮404;涡轮401通过内螺纹与丝杆4螺纹连接,涡轮401固定设置于涡轮套405内,涡轮套405螺接于第一安装板501下方,第一齿轮402键连接于涡轮401下方,并且与第三齿轮302啮合;键轮403通过内键与丝杆4表面的键槽连接,键轮403固定设置于键轮套406内,键轮套406螺接于第三安装板503下方。

[0058] 上述的各离合器,当离合器吸合时,离合器的输入盘与输出盘固定在一起,会同步运动;当离合器分离时,输入盘和输出盘分离,运动是独立的。

[0059] 当需要丝杆4带动测试机构向上或向下运动时,第一离合器301断开,第二离合器303吸合,第三离合器202吸合,第四离合器204断开。启动动力组件1,依次带动第二传动轴2、第六齿轮203、第三齿轮302、第一齿轮402及涡轮401转动,同时,由于第二离合器303吸合,键轮403的转动收到约束,此时丝杆4沿垂直方向向上或向下运动。

[0060] 当需要丝杆4带动测试机构进行转动剪切时,第一离合器301吸合、第二离合器303断开、第三离合器202断开、第四离合器204吸合,启动动力组件1,依次带动第二传动轴2、行星减速机206、第七齿轮207、第五齿轮305、第一传动轴3、第四齿轮304和第三齿轮302、第二齿轮404和第一齿轮402、键轮403和涡轮401及丝杆4转动,丝杆4带动测试机构进行转动剪切。

[0061] 对于实验室环境下的十字板剪切试验任务,具有测试深度有限、试验空间有限、对剪切速率的控制精度要求高、要求操作步骤简单快捷等特点,现有的野外勘察工程使用的十字板加载设备已经不再适用于实验室的土体强度测试任务。本发明采用一台伺服电机作为动力来源,以离合器控制上述两种加载过程的切换,具有加载设备相对轻便且结构紧凑、加载速度控制精确、贯入-旋转模式切换速度快捷简单的优点,适用于实验室的土体强度测试任务。

[0062] 进一步地,测试机构的大致构成及测试机构与丝杆4的连接方式如下:

[0063] 测试结构6包括环箍601、测试组件和用于保护测试组件的壳体,壳体的端部与探杆连接件602螺接;

[0064] 探杆连接件602和丝杆连接头407上均设置有能够被环箍601夹紧的圆形连接片,并且其中一个圆形连接片上设置有方形凸起,另一圆形连接片上设置有与方形凸起适配的方形凹槽。

[0065] 进一步地,测试组件包括扭力传感器603、传感器连接件604、传感器连接轴605、探杆606和十字板607,扭力传感器603与壳体螺接,扭力传感器603测量端的方形凸起与传感器连接件604一侧的方形插孔对接,传感器连接件604与传感器连接轴605螺接,传感器连接轴605与探杆606的一端螺接,探杆606的另一端与十字板607螺接;

[0066] 传感器连接轴605的两侧设置有圆锥轴承608,圆锥轴承608与壳体接触,探杆606与传感器连接轴605螺接处设有陶瓷轴承609,陶瓷轴承609与壳体接触,陶瓷轴承609为探杆606提供测量约束,使探杆606在贯入过程中不因过大的轴向压力而发生屈曲失稳。

[0067] 对竖向贯入速度的控制精度高,动力子系统(即上述的多个传动轴及传动组件构成的传动系统)在更换测试头后还可进行诸如圆锥静力触探(CPT)、原位取土等贯入类土工试验操作。

[0068] 动力子系统与测试结构拆装简便,可在完成十字板剪切试验后迅速改换为圆锥静力触探等其他测试类型。

[0069] 进一步地,壳体包括顺次螺接的传感器外套6010、轴承组上套6011、轴承组下套6012和探杆外套6013,扭力传感器603螺接于传感器外套6010内,探杆连接件602与传感器外套6010螺接,两个圆锥轴承608分别与轴承组上套6011和轴承组下套6012接触,陶瓷轴承609与探杆外套6013接触。

[0070] 采用探杆护套设计,消除了探杆周围土体阻力对扭矩测量值的干扰。

[0071] 探杆外套6013的端部为圆锥状,可减少压入地层过程中收到的土壤阻力。

[0072] 当探杆606和十字板607上升或下降时,探杆606将十字板607的扭矩经由传感器连接轴605传递给圆锥轴承608,并进一步由轴承组上套6011和轴承组下套6012承担,从而避免扭力传感器603承受轴向压力而受到干扰甚至损坏。

[0073] 当探杆606和十字板607旋转时,探杆606将十字板607的扭矩经由传感器连接轴605、传感器连接件604传递给扭力传感器603。

[0074] 进一步地,探杆606由多节杆体首尾螺接而成,每个螺接位置均设置有陶瓷轴承609,探杆外套6013由多节套体首尾螺接而成。

[0075] 进一步地,探杆连接件602上设置有导电滑环6014,并且固定环上的电极与扭力传感器603的引线连接,转动环上的电极与外部测量采集设备连接。导电滑环6014可在十字板

607转动时,防止外部测量采集设备的电线在测试结构6上缠绕。

[0076] 进一步地,动力组件1包括电机101、电机减速机102和减速机输出齿轮103,减速机输出齿轮103通过键连接安装于减速机输出轴上,减速机输出齿轮103与传动装置输入齿轮201啮合。

[0077] 综上,使用上述试验装置开展十字板607剪切试验的方法如下:

[0078] 将测试结构6安装在丝杆连接头407上,将装置放置与指定的测试位置上方。

[0079] 第一离合器301断开,第二离合器303吸合,第三离合器202吸合,第四离合器204断开。启动电机101,丝杆4沿垂直方向带动十字板607向下贯入土体。

[0080] 当十字板607贯入指定深度时,停止电机101。

[0081] 第一离合器301吸合、第二离合器303断开、第三离合器202断开、第四离合器204吸合,启动电机101,丝杆4带动十字板607进行转动剪切。

[0082] 十字板607剪切试验结束后,丝杆4沿垂直方向带动十字板607向上离开土体。

[0083] 以上实施例仅为本申请的示例性实施例,不用于限制本申请,本申请的保护范围由权利要求书限定。本领域技术人员可以在本申请的实质和保护范围内,对本申请做出各种修改或等同替换,这种修改或等同替换也应视为落在本申请的保护范围内。

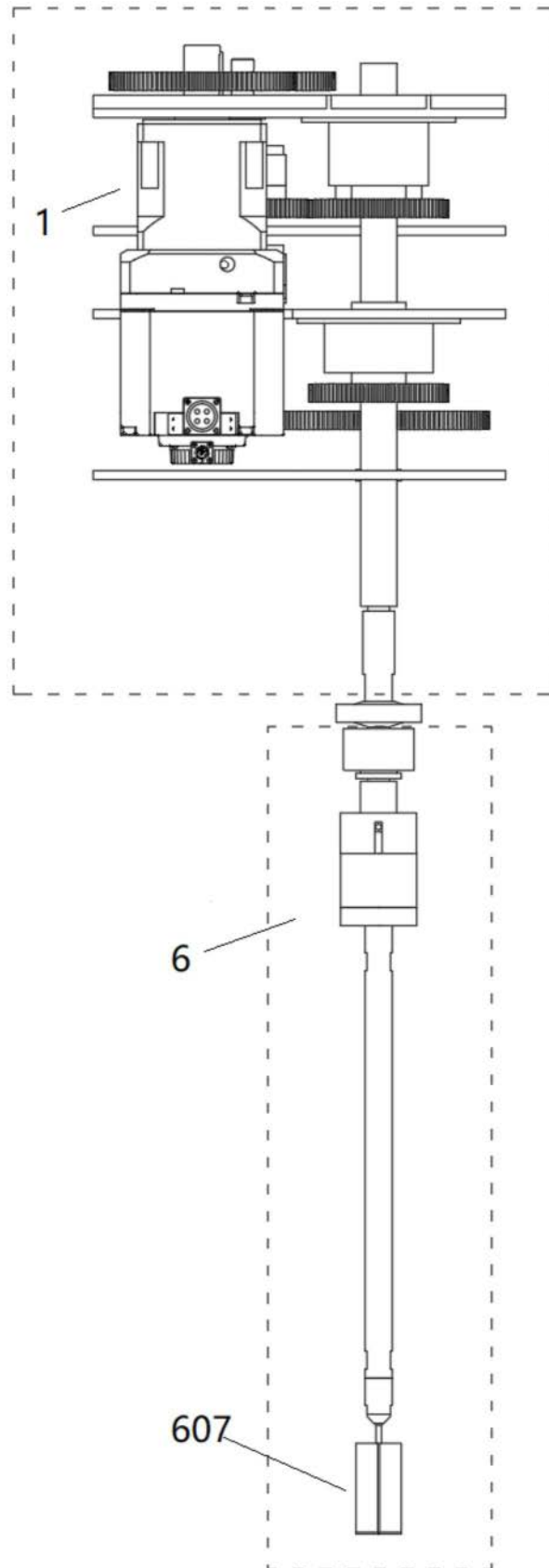


图1

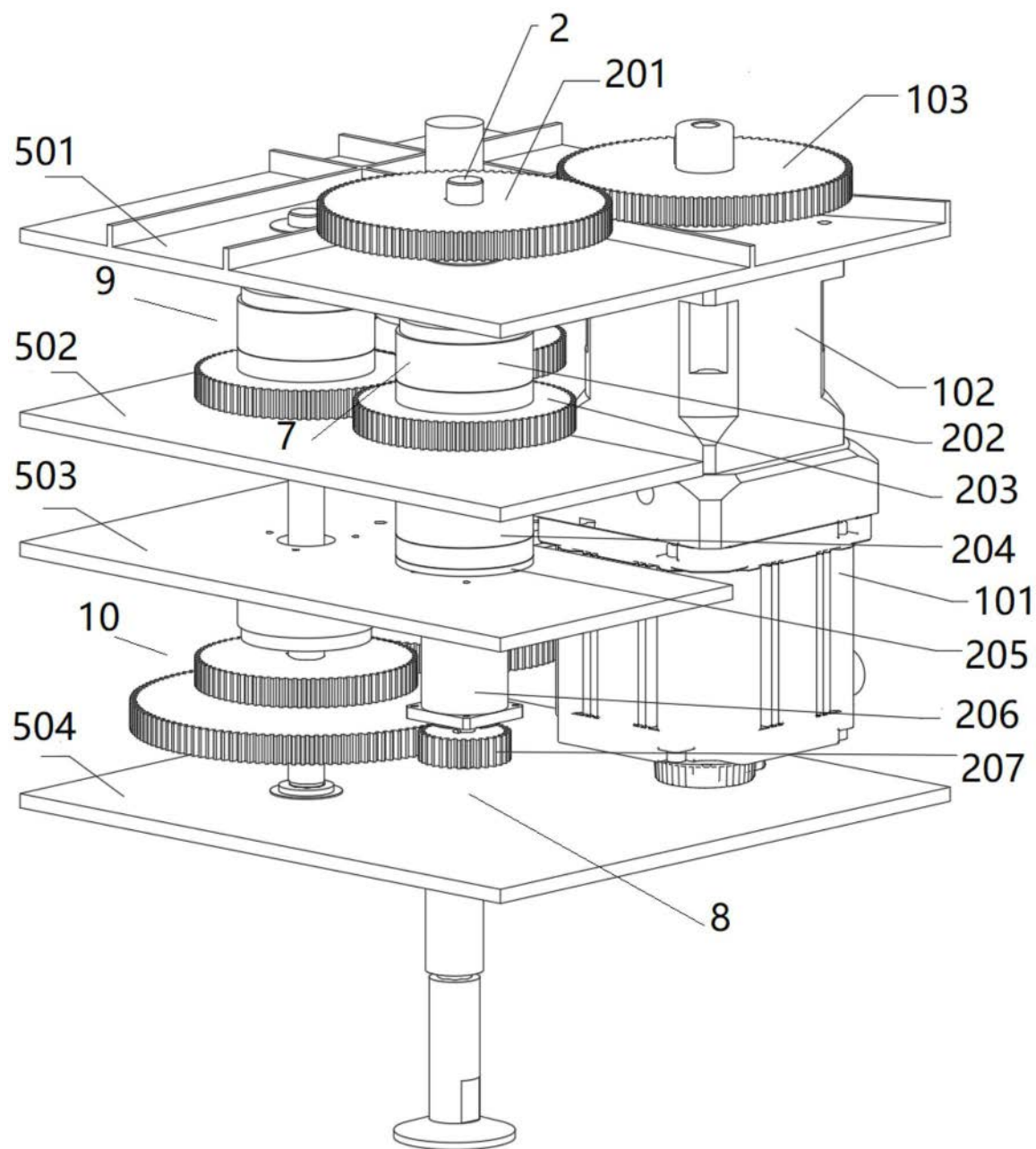


图2

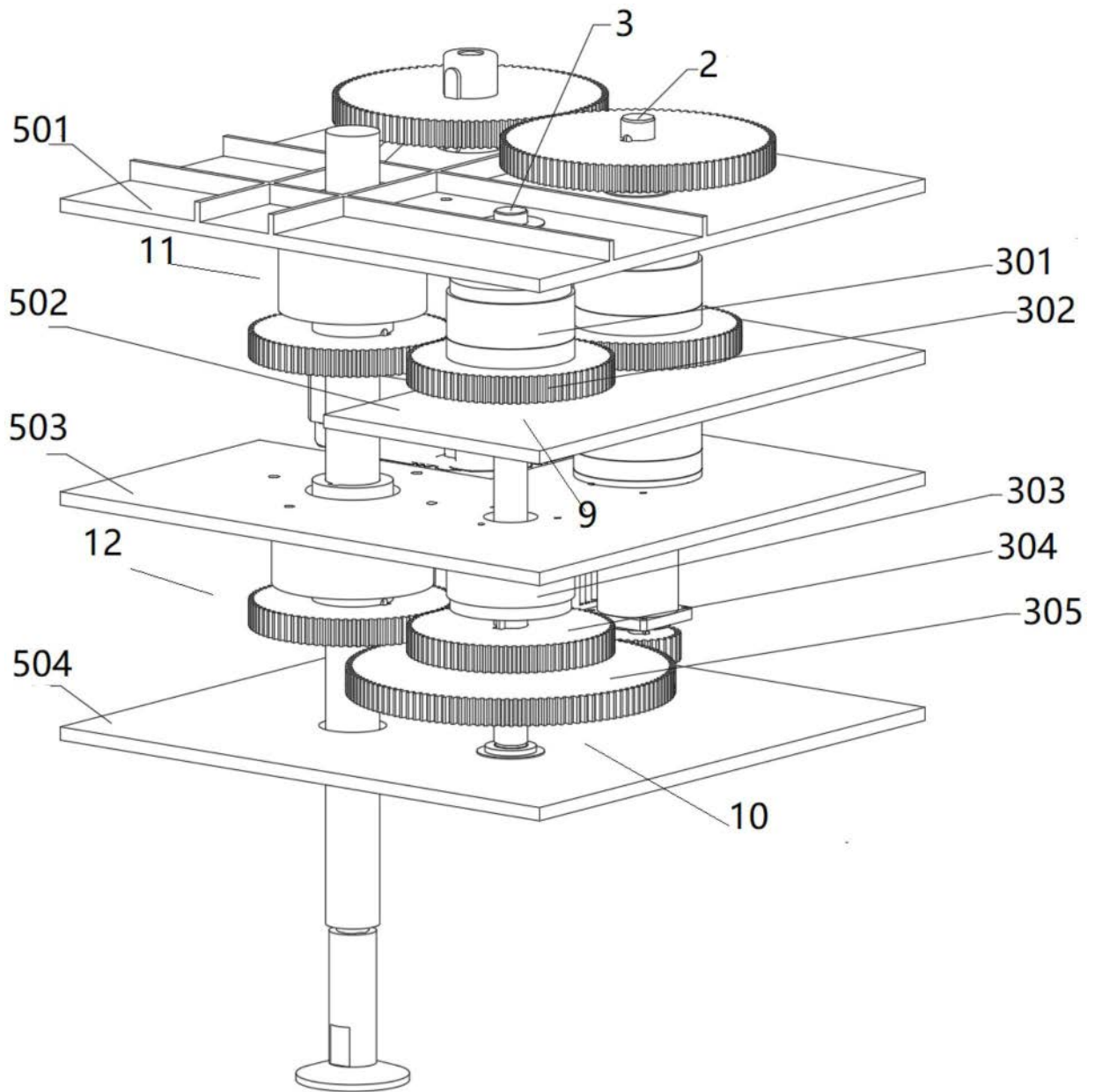


图3

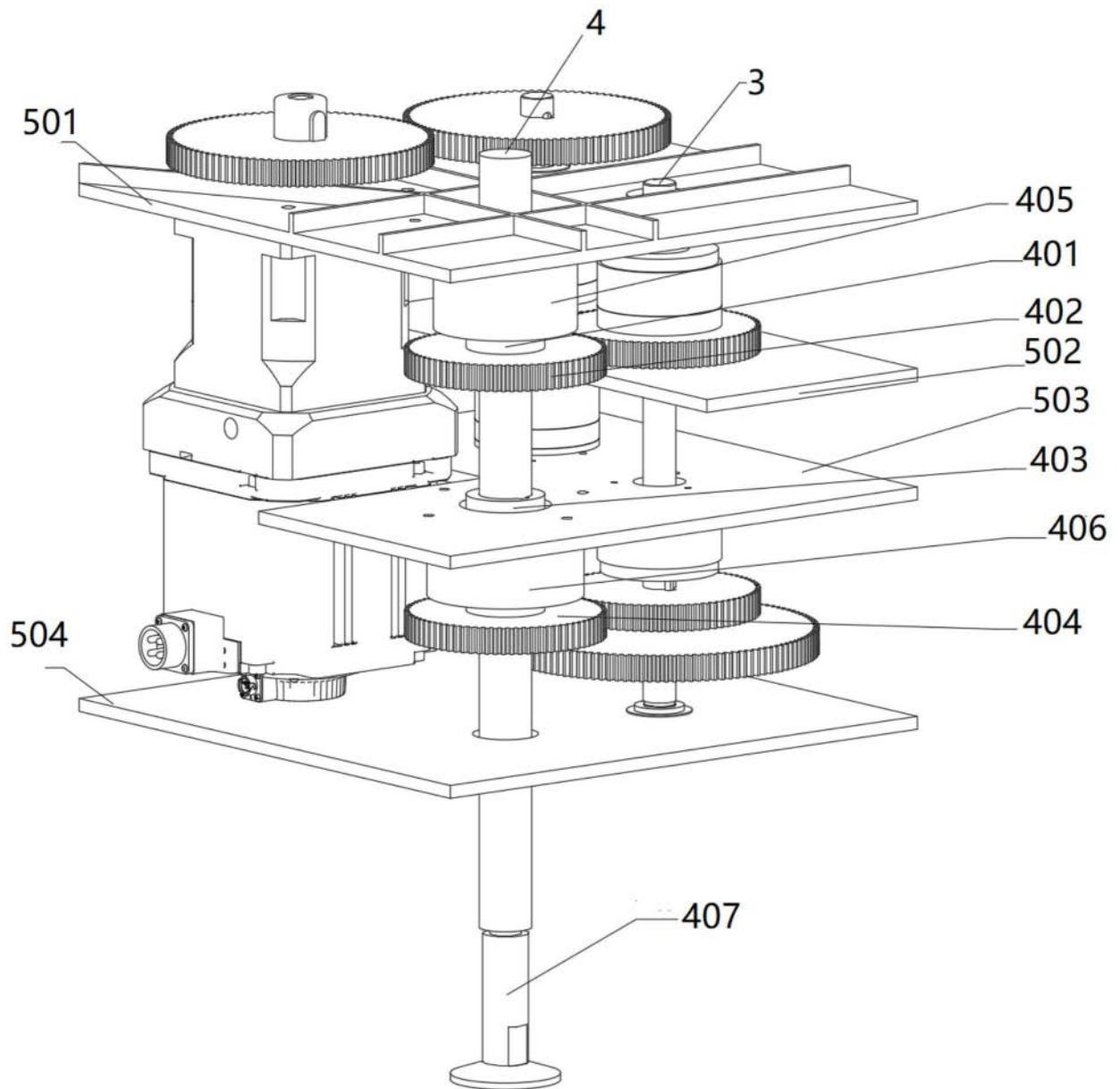


图4

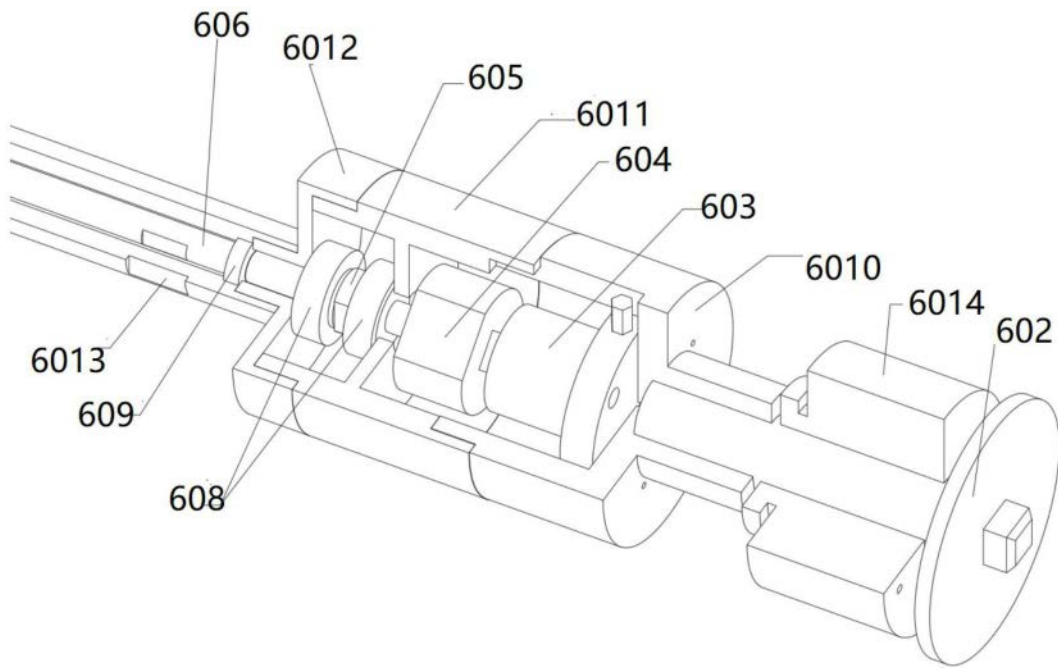


图5

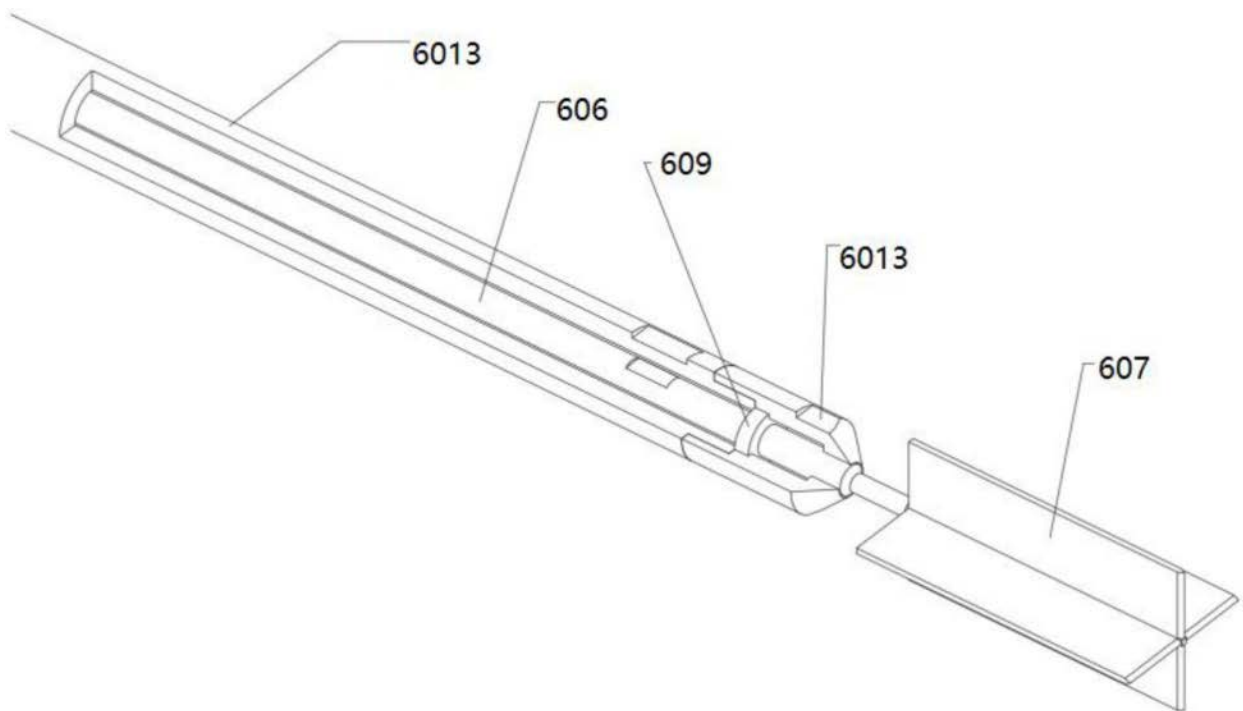


图6

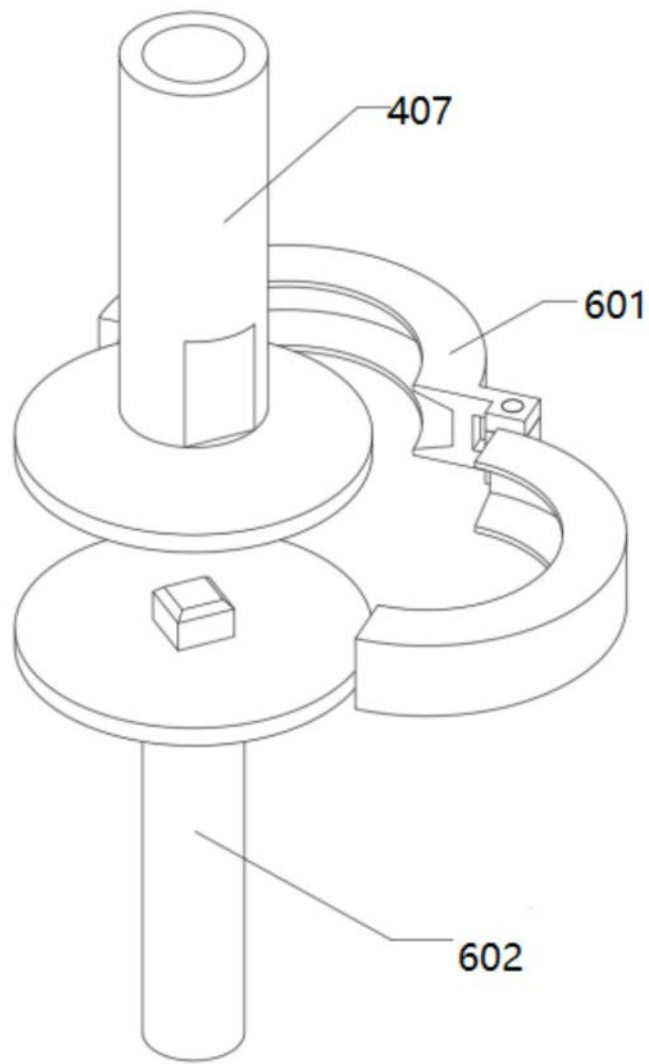


图7

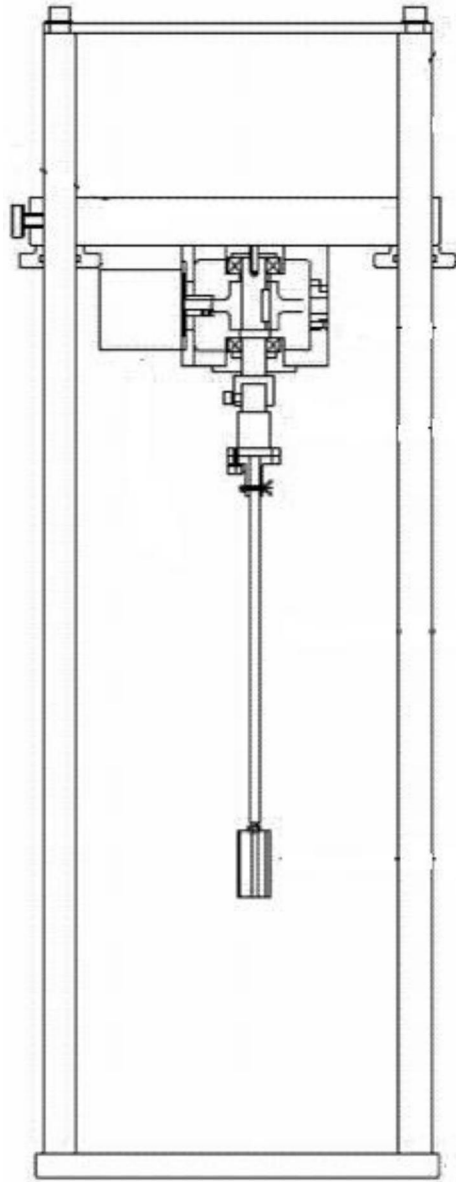


图8