



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107192606 A

(43)申请公布日 2017.09.22

(21)申请号 201710595250.8

(22)申请日 2017.07.20

(71)申请人 大连理工大学

地址 116024 辽宁省大连市高新园区凌工
路2号

(72)发明人 岳前进 杨志勋 秦安壮 卢青针
曹长振 阎军 陈金龙 尹原超
吴尚华 高博 张聪

(74)专利代理机构 大连东方专利代理有限责任
公司 21212

代理人 赵淑梅 李洪福

(51)Int.Cl.

G01N 3/02(2006.01)

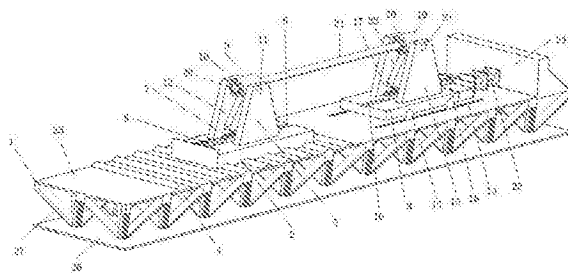
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种新型的海洋柔顺性管缆拉伸、压缩及弯
曲组合实验装置

(57)摘要

本发明公开了一种新型的海洋柔顺性管缆
拉伸、压缩及弯曲组合实验装置,包括底座以及
沿直线排列在所述底座上的可调固定小车和移
动小车;所述可调固定小车的下端通过齿形轨道
与所述底座连接,所述齿形轨道的锯齿延伸方
向垂直于所述直线,所述可调固定小车的下端
具有与所述齿形轨道相匹配的齿面;所述移动
小车的下端两侧分别设有多个轮,所述轮通过
水平滑槽与所述底座滑动连接,所述水平滑槽
的延伸方向与所述直线平行。本发明新颖实用,
仅依靠液压缸为动力来源,即可实现多种实验
方式。而且,能够有效的控制各自荷载的施加。
同时,可以根据工程和设计实现加载顺序的任
意变换。



1. 一种新型的海洋柔顺性管缆拉伸、压缩及弯曲组合实验装置,其特征在于,包括底座以及沿直线排列在所述底座上的可调固定小车和移动小车;

所述可调固定小车的下端通过齿形轨道与所述底座连接,所述齿形轨道的锯齿延伸方向垂直于所述直线,所述可调固定小车的下端具有与所述齿形轨道相匹配的齿面,所述可调固定小车上设有两个互相平行的第一支撑板和第一滑道,所述第一滑道位于两个所述第一支撑板之间,所述第一滑道沿所述直线延伸,所述第一滑道上设有第一齿条,所述可调固定小车上还设有推动所述第一齿条沿所述第一滑道滑动的第一液压缸,两个所述第一支撑板的上端之间设有第一圆柱形弯曲装置,所述第一圆柱形弯曲装置的两端分别具有第一连接法兰面,所述第一圆柱形弯曲装置的两侧侧壁通过第一转动轴与所述第一支撑板旋转连接,所述第一圆柱形弯曲装置的下侧侧壁固定有第一扇形齿轮,所述第一扇形齿轮的锯齿与所述第一齿条的锯齿啮合;

所述移动小车的下端两侧分别设有多个轮,所述轮通过水平滑槽与所述底座滑动连接,所述水平滑槽的延伸方向与所述直线平行,所述移动小车上设有两个互相平行的第二支撑板和第二滑道,所述第二滑道位于两个所述第二支撑板之间,所述第二滑道沿所述直线延伸,所述第二滑道上设有第二齿条,所述移动小车上还设有推动所述第二齿条沿所述第二滑道滑动的第二液压缸,两个所述第二支撑板的上端之间设有第二圆柱形弯曲装置,所述第二圆柱形弯曲装置的两端分别具有第二连接法兰面,所述第二圆柱形弯曲装置的两侧侧壁通过第二转动轴与所述第二支撑板旋转连接,所述第二圆柱形弯曲装置的下侧侧壁固定有第二扇形齿轮,所述第二扇形齿轮的锯齿与所述第二齿条的锯齿啮合;

所述第一圆柱形弯曲装置的轴线垂直于所述第一转动轴的轴线;

所述第二圆柱形弯曲装置的轴线垂直于所述第二转动轴的轴线;

所述第一圆柱形弯曲装置的轴线与所述第一转动轴的轴线的交点和所述第二圆柱形弯曲装置的轴线与所述第二转动轴的轴线的交点位于同一水平面内;

所述底座上还设有推动所述移动小车沿所述水平滑槽滑动的第三液压缸,所述第三液压缸远离所述移动小车的一端通过固定墙与所述底座连接。

2. 根据权利要求1所述的一种新型的海洋柔顺性管缆拉伸、压缩及弯曲组合实验装置,其特征在于:所述底座包括设有所述齿形轨道、所述水平滑槽、所述第三液压缸和所述固定墙的上面板以及下面板,所述上面板和所述下面板之间设有桁架。

3. 根据权利要求1所述的一种新型的海洋柔顺性管缆拉伸、压缩及弯曲组合实验装置,其特征在于:所述第一圆柱形弯曲装置和所述第二圆柱形弯曲装置的轴线位置均设有中心通孔,所述第一圆柱形弯曲装置远离所述第二圆柱形弯曲装置的一端设有第一法兰,所述第二圆柱形弯曲装置远离所述第一圆柱形弯曲装置的一端设有第二法兰。

一种新型的海洋柔顺性管缆拉伸、压缩及弯曲组合实验装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种新型的能够对大型细长管缆状试件实现拉伸、压缩及弯曲组合加载的力学性能测试装置,具体地说是一种新型的海洋柔顺性管缆拉伸、压缩及弯曲组合实验装置。

背景技术

[0002] 我国海洋油气资源储量丰富,且大多数分布于南海等深水海域。而海缆、脐带缆以及柔性管道等是深海油气开采中不可或缺的装备之一。这类装备可统称为海洋柔顺性管缆,其结构通常由相应的功能构件及加强构件如铠装钢丝等组成。针对不同的工程需求,选用相应功能的管缆;海缆主要负责为海底采油设备提供电能,脐带缆连接于水上浮体与海底装备之间,为海底管汇提供电力、信号传输等实现远程控制,柔性管道主要负责装备之间的油气输送。海洋柔性管缆在安装或者在位工况时,通常会受到拉伸弯曲组合荷载。由于柔顺性管缆自身为复杂的螺旋缠绕结构,弯曲荷载下构件间的相互摩擦行为将明显受到拉力大小的影响,其管缆的力学行为将非常复杂。同时,由于风浪流的作用,以及平台在复杂海洋环境下的往复运动,连接于浮体的管缆将呈现反复弯曲的行为,进而产生疲劳损伤,导致疲劳破坏。疲劳直接关乎管缆的使用寿命,而且,管缆的使用寿命是各大生产厂家和设计机构最关心的性能参数之一,因此,管缆疲劳问题的研究是管缆设计流程中不可忽视的重要环节。此外,在位运行的柔性管缆在触地点处承受明显的压缩荷载,严重时容易发生铠装屈曲失效,给修复工作带来了较大的困难。综上所述,拉伸、压缩和弯曲是海洋柔顺性管缆承受的典型荷载。

[0003] 针对上述问题,理论和数值方法往往难以准确描述该组合荷载下管缆实际行为。因此,为了详细研究管缆的上述力学行为,以及疲劳失效机理和失效后的结构响应,需要通过试验方法来对海洋柔性管缆危险段进行单独荷载或者组合荷载模拟实验。进而通过实验来优化结构的设计,降低管缆使用过程中破坏的概率保证整个管缆使用寿命。柔性管缆的组合荷载测试是对管道应用情况的重要考验,由于国内柔性管缆的研究尚处于起步状态,无相关纯弯曲及组合荷载下的实验经验,亟需一套完备的实验装置对管缆进行测试和验证。

发明内容

[0004] 根据上述提出的技术问题,而提供一种新型的海洋柔顺性管缆拉伸、压缩及弯曲组合实验装置。通过本发明可对管缆的力学行为特征和疲劳失效机理进行研究,从而全面掌握动态立管缆的试验关键技术,同时可对管缆的相关性能参数(刚度,强度和疲劳)进行优化设计。

[0005] 根据实际工况,采用荷载等效的方法,对管缆在一定弯曲半径范围内进行反复弯曲,以及拉伸和压缩组合荷载。因此试验设备需要包含拉伸、压缩设备和施加弯矩使其发生往复周期弯曲变形的设备。除此之外,实验过程需要配置测量设备,如应变片或传感器等以

便提取管缆变形过程相关参数指标(中间或直接物理量)。实验流程通常按如下步骤:取样、固定、布片、加载、测量和后处理模式展开。实验开始前要制定相应测试方案并对管缆样品进行选取,然后将待测试的管缆固定于试验架上,根据实验要求在测试位置进行应变片布置,并将其连接于数据采集设备。确保上述操作无误后启动加载设备,同时实时采集相关数据。最后,对所得数据进行分析处理并形成完善的实验报告。

[0006] 本发明采用的技术手段如下:

[0007] 一种新型的海洋柔顺性管缆拉伸、压缩及弯曲组合实验装置,包括底座以及沿直线排列在所述底座上的可调固定小车和移动小车;

[0008] 所述可调固定小车的下端通过齿形轨道与所述底座连接,所述齿形轨道的锯齿延伸方向垂直于所述直线,所述可调固定小车的下端具有与所述齿形轨道相匹配的齿面,所述可调固定小车上设有两个互相平行的第一支撑板和第一滑道,所述第一滑道位于两个所述第一支撑板之间,所述第一滑道沿所述直线延伸,所述第一滑道上设有第一齿条,所述可调固定小车上还设有推动所述第一齿条沿所述第一滑道滑动的第一液压缸,两个所述第一支撑板的上端之间设有第一圆柱形弯曲装置,所述第一圆柱形弯曲装置的两端分别具有第一连接法兰面,所述第一圆柱形弯曲装置的两侧侧壁通过第一转动轴与所述第一支撑板旋转连接,所述第一圆柱形弯曲装置的下侧侧壁固定有第一扇形齿轮,所述第一扇形齿轮的锯齿与所述第一齿条的锯齿啮合;

[0009] 所述移动小车的下端两侧分别设有多个轮,所述轮通过水平滑槽与所述底座滑动连接,所述水平滑槽的延伸方向与所述直线平行,所述移动小车上设有两个互相平行的第二支撑板和第二滑道,所述第二滑道位于两个所述第二支撑板之间,所述第二滑道沿所述直线延伸,所述第二滑道上设有第二齿条,所述移动小车上还设有推动所述第二齿条沿所述第二滑道滑动的第二液压缸,两个所述第二支撑板的上端之间设有第二圆柱形弯曲装置,所述第二圆柱形弯曲装置的两端分别具有第二连接法兰面,所述第二圆柱形弯曲装置的两侧侧壁通过第二转动轴与所述第二支撑板旋转连接,所述第二圆柱形弯曲装置的下侧侧壁固定有第二扇形齿轮,所述第二扇形齿轮的锯齿与所述第二齿条的锯齿啮合;

[0010] 所述第一圆柱形弯曲装置的轴线垂直于所述第一转动轴的轴线;

[0011] 所述第二圆柱形弯曲装置的轴线垂直于所述第二转动轴的轴线;

[0012] 所述第一圆柱形弯曲装置的轴线与所述第一转动轴的轴线的交点和所述第二圆柱形弯曲装置的轴线与所述第二转动轴的轴线的交点位于同一水平面内,即高度一致,使得相对的第一连接法兰面和第二连接法兰面分别与管缆的两端连接后,管缆能处于水平;

[0013] 所述底座上还设有推动所述移动小车沿所述水平滑槽滑动的第三液压缸,所述第三液压缸远离所述移动小车的一端通过固定墙与所述底座连接。

[0014] 所述底座包括设有所述齿形轨道、所述水平滑槽、所述第三液压缸和所述固定墙的上面板以及下面板,所述上面板和所述下面板之间设有桁架。

[0015] 所述第一圆柱形弯曲装置和所述第二圆柱形弯曲装置的轴线位置均设有中心通孔,所述第一圆柱形弯曲装置远离所述第二圆柱形弯曲装置的一端设有第一法兰,所述第二圆柱形弯曲装置远离所述第一圆柱形弯曲装置的一端设有第二法兰

[0016] 工作时,相对的第一连接法兰面和第二连接法兰面分别与管缆的两端连接;

[0017] 所述第三液压缸带动所述移动小车在所述水平滑槽上做水平运动,进而使管缆受

到拉伸作用;所述第一液压缸和所述第二液压缸分别同时驱动所述第一扇形齿轮和所述第二扇形齿轮相向旋转或向相反方向旋转,从而使管缆受到弯曲作用,此时,管缆两端竖直位移为零;

[0018] 为适应不同长度的管缆,所述可调固定小车通过所述齿形轨道实现位置调节;所述可调固定小车的下端齿面与所述齿形轨道之间可以涂抹黄油,防止接触面生锈;

[0019] 进行弯曲实验时,使所述第一液压缸和所述第二液压缸同步施载,保证管缆受到纯弯曲作用,可通过编程协调控制器实现;

[0020] 所述第一滑道和所述第一齿条之间以及所述第二滑道和所述第二齿条之间可涂抹黄油,保证滑动顺畅,实现力的有效传递,进而减少实验误差。

[0021] 使用该实验装置进行测试方法如下:

[0022] 1. 根据待测管缆的长度,将可调固定小车固定在齿形轨道上的合适位置;

[0023] 2. 第一齿条与第一液压缸连接,第二齿条与第二液压缸连接,保证两者在运动时不能发生相对位移;

[0024] 3. 相对的第一连接法兰面和第二连接法兰面分别与管缆的两端连接,保证管缆水平,且无预加载;

[0025] 4. 根据实验要求,在管缆表面适当位置粘贴应变片。可用胶水将应变片粘结于管缆内部相应构件(钢管、carcass层钢丝)上,内部排线通过第一圆柱形弯曲装置和第二圆柱形弯曲装置的中心通孔引出。同时用胶带将连接于应变片的排线一端固定于第一圆柱形弯曲装置和所述第二圆柱形弯曲装置,防止测试过程中由于排线晃动引起测试数据的波动,另一端连接于采集系统,实现应变数据实时传输;

[0026] 5. 将第一液压缸和第二液压缸连接于同一个控制器上,可通过控制器使第一液压缸和第二液压缸协调施载,使管缆受到预期弯曲作用;

[0027] 6. 整个实验装置搭建完成后,先对整个测试系统进行初步的调试。通过各液压缸驱动对管缆进行小幅度加载,分析采集的应变随时间变化的曲线。待达到测试要求后,可分组开展实验;

[0028] 7. 控制第一液压缸和第二液压缸,实现分布、同步等多种加载方式,通过三个液压缸设置不同比例的拉伸、压缩或弯曲组合加载;

[0029] 8. 当进行拉伸或压缩实验时,通过控制第三液压缸,实现管缆的拉伸和压缩实验;当进行弯曲实验时,通过控制第一液压缸和第二液压缸,实现管缆的反复弯曲实验;当进行拉伸、压缩及弯曲组合实验时,通过控制三个液压缸,实现管缆的组合实验;

[0030] 9. 记录第一液压缸和第二液压缸所施加的力,测量第一扇形齿轮和第二扇形齿轮半径,可得施加于管缆上的弯矩;同时,记录第三液压缸所施加的水平拉力;

[0031] 10. 多次测试并对采集到的数据进行统计及误差分析,给出合理的测试结果并最终形成完整实验报告。

[0032] 本发明提出一种新型的使管缆受到拉伸、压缩或者弯曲及组合荷载同时作用的实验装置,详细实验方法需根据实验装置及实验条件进行确定。

[0033] 本发明具有以下优势:

[0034] 1. 本发明新颖实用,仅依靠液压缸为动力来源,即可实现多种实验方式。而且,能够有效的控制各自荷载的施加。同时,可以根据工程和设计实现加载顺序的任意变换。

[0035] 2.对于不同长度管缆,可通过齿形轨道来实现可调固定小车的位置调节,本发明具有优越的灵活性。

[0036] 3.管缆弯曲过程中,管缆两端受到相同弯矩作用,可实现纯弯曲的实验要求,且通过液压缸施加于管缆试样上的弯矩较为稳定,方便后期数据记录和处理。

[0037] 4.本发明的底座使用桁架结构和钢板组成,承重大,且节省钢材,在保证整体刚度和强度的前提下有效地减少整体结构重量。具有可设计性、经济性等特点。

[0038] 5.本发明适合多种长度的管缆,加载方式符合海洋柔顺性管缆使用过程中的实际工况要求,能很好的反应管缆实际受力行为情况。

[0039] 6.本发明的三个液压缸动力来源,记录数据方便,且计算施加于管缆的弯矩计算公式简单,容易计算和操作。

[0040] 7.将第一圆柱形弯曲装置左侧使用第一法兰密封,在第二圆柱形弯曲装置右侧施加内压测试装置,可对管缆施加内压测试。

[0041] 8.由于第一圆柱形弯曲装置和第二圆柱形弯曲装置的轴线位置均设有中心通孔,可将测试装置通过中心通孔放入管缆内,相比接触式弯曲测试装置,能够环向无死角测量应变,可以更准确测试管缆性能。

[0042] 9.管缆周围空间较大,方便添加相应仪器对管缆变形测量记录。基于上述理由本发明可在实验测试等领域广泛推广。

附图说明

[0043] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图做以简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动性的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0044] 图1是本发明的具体实施方式中一种新型的海洋柔顺性管缆拉伸、压缩及弯曲组合实验装置的空间结构示意图。

[0045] 图2是本发明的具体实施方式中第二圆柱形弯曲装置、第二扇形齿轮和第二法兰的装配示意图。

[0046] 图3是图2的右视图。

[0047] 图4是图2的左视图。

具体实施方式

[0048] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,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。

[0049] 如图1-图4所示,一种新型的海洋柔顺性管缆31拉伸、压缩及弯曲组合实验装置,包括底座1以及沿直线排列在所述底座1上的可调固定小车2和移动小车3;

[0050] 所述可调固定小车2的下端通过齿形轨道4与所述底座1连接,所述齿形轨道4的锯齿延伸方向垂直于所述直线,所述可调固定小车2的下端具有与所述齿形轨道4相匹配的齿

面,所述可调固定小车2上设有两个互相平行的第一支撑板5和第一滑道6,所述第一滑道6位于两个所述第一支撑板5之间,所述第一滑道6沿所述直线延伸,所述第一滑道6上设有第一齿条7,所述可调固定小车2上还设有推动所述第一齿条7沿所述第一滑道6滑动的第一液压缸8,两个所述第一支撑板5的上端之间设有第一圆柱形弯曲装置9,所述第一圆柱形弯曲装置9的两端分别具有第一连接法兰面10,所述第一圆柱形弯曲装置9的两侧侧壁通过第一转动轴11与所述第一支撑板5旋转连接,所述第一圆柱形弯曲装置9的下侧侧壁固定有第一扇形齿轮12,所述第一扇形齿轮12的锯齿与所述第一齿条7的锯齿啮合;

[0051] 所述移动小车3的下端两侧分别设有多个轮13,所述轮13通过水平滑槽14与所述底座1滑动连接,所述水平滑槽14的延伸方向与所述直线平行,所述移动小车3上设有两个互相平行的第二支撑板15和第二滑道16,所述第二滑道16位于两个所述第二支撑板15之间,所述第二滑道16沿所述直线延伸,所述第二滑道16上设有第二齿条17,所述移动小车3上还设有推动所述第二齿条17沿所述第二滑道16滑动的第二液压缸18,两个所述第二支撑板15的上端之间设有第二圆柱形弯曲装置19,所述第二圆柱形弯曲装置19的两端分别具有第二连接法兰面20,所述第二圆柱形弯曲装置19的两侧侧壁通过第二转动轴21与所述第二支撑板15旋转连接,所述第二圆柱形弯曲装置19的下侧侧壁固定有第二扇形齿轮22,所述第二扇形齿轮22的锯齿与所述第二齿条17的锯齿啮合;

[0052] 所述第一圆柱形弯曲装置9的轴线垂直于所述第一转动轴11的轴线;

[0053] 所述第二圆柱形弯曲装置19的轴线垂直于所述第二转动轴21的轴线;

[0054] 所述第一圆柱形弯曲装置9的轴线与所述第一转动轴11的轴线的交点和所述第二圆柱形弯曲装置19的轴线与所述第二转动轴21的轴线的交点位于同一水平面内;

[0055] 所述底座1上还设有推动所述移动小车3沿所述水平滑槽14滑动的第三液压缸23,所述第三液压缸23远离所述移动小车3的一端通过固定墙24与所述底座1连接。

[0056] 所述底座1包括设有所述齿形轨道4、所述水平滑槽14、所述第三液压缸23和所述固定墙24的上面板25以及下面板26,所述上面板25和所述下面板26之间设有桁架27。

[0057] 所述第一圆柱形弯曲装置9和所述第二圆柱形弯曲装置19的轴线位置均设有中心通孔28,所述第一圆柱形弯曲装置9左侧使用第一法兰29密封,在所述第二圆柱形弯曲装置19右侧施加内压测试装置,可对管缆31进行内压测试,或所述第二圆柱形弯曲装置19右侧使用第二法兰30密封,在所述第一圆柱形弯曲装置9左侧施加内压测试装置,可对管缆31进行内压测试。

[0058] 最后应说明的是:以上各实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述各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,或者对其中部分或者全部技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的范围。

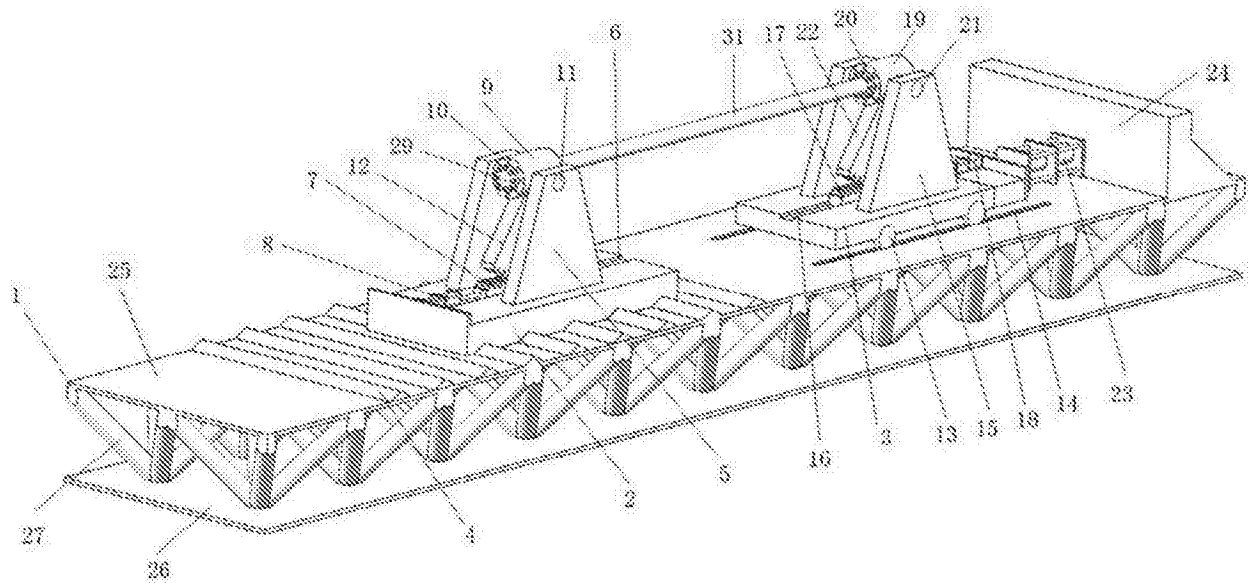


图1

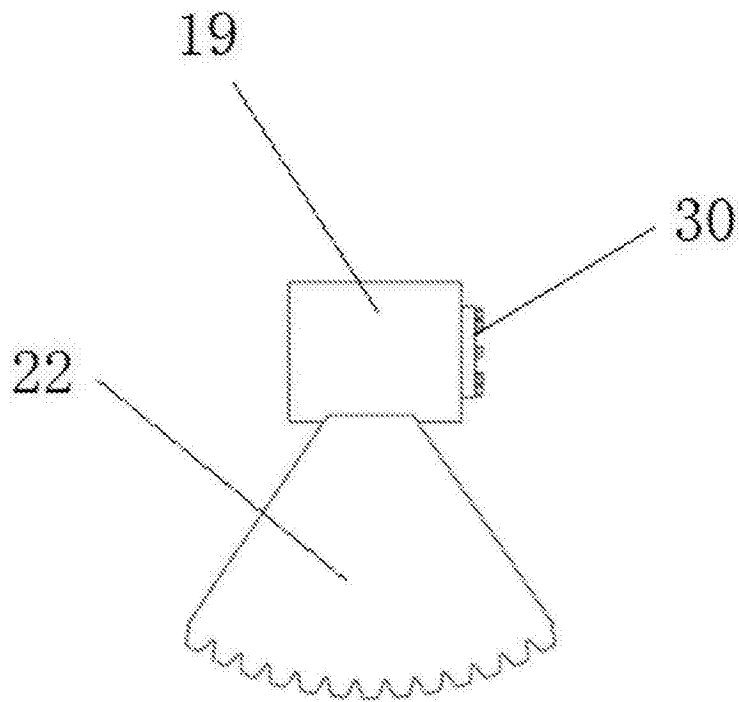


图2

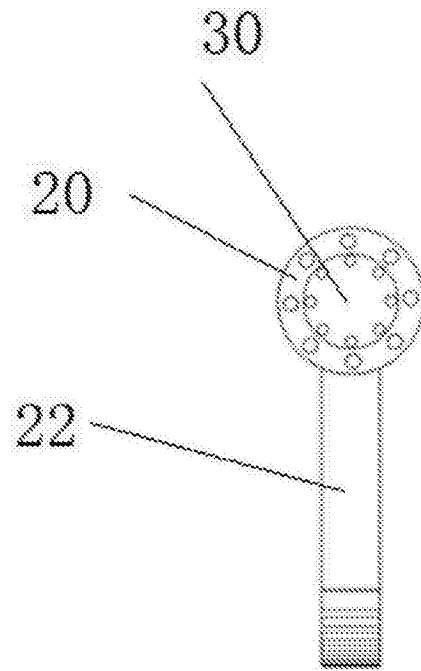


图3

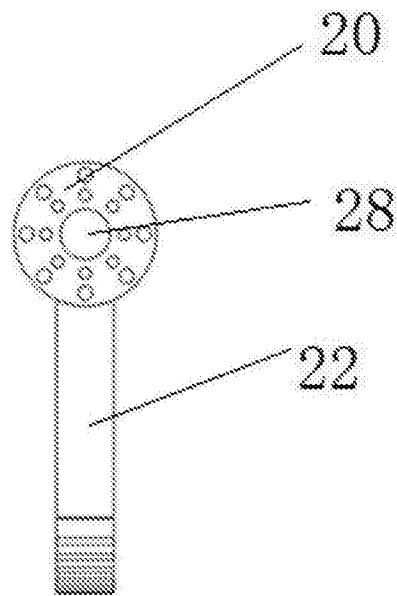


图4