



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103512767 B

(45) 授权公告日 2016.01.06

(21) 申请号 201310461860.0

JP 特開 2000-121507 A, 2000.04.28,

(22) 申请日 2013.09.30

US 2007/0187296 A1, 2007.08.16,

(73) 专利权人 中交上海三航科学研究院有限公司

CN 103196686 A, 2013.07.10,

地址 200032 上海市徐汇区肇嘉浜路 829 号  
专利权人 中交上海港湾工程设计研究院有限公司

CN 103115788 A, 2013.05.22,

CN 201757714 U, 2011.03.09,

审查员 张少文

(72) 发明人 卓杨 吴锋 富坤 周国然

(74) 专利代理机构 上海光华专利事务所 31219  
代理人 郭玲

(51) Int. Cl.

G01M 99/00(2011.01)

G01N 3/14(2006.01)

(56) 对比文件

CN 1566924 A, 2005.01.19,

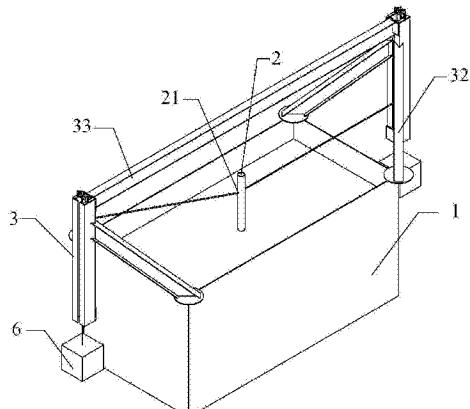
权利要求书1页 说明书5页 附图4页

(54) 发明名称

静力载荷试验的加载装置及加载方法

(57) 摘要

本发明提供一种静力载荷试验的加载装置和加载方法，其中加载装置包括盛有土体的试验箱和一端插入土体中的模型桩，还包括：竖直固定于试验箱上方的两个支撑定位架，每个支撑定位架的顶部安装有两个同轴的卷轮，每个卷轮上各卷绕一根牵引绳；分别位于两个支撑定位架内的两个定滑轮，每个定滑轮可转动地安装在一根滑轮轴上，滑轮轴的两端悬吊在两根牵引绳上；两根拉力绳，拉力绳的一端固定连接于模型桩上的加载点处，另一端绕过一个定滑轮并连接有砝码，两根拉力绳分别位于模型桩的两侧且在水平面上的投影在同一条直线上。本发明提供的加载装置和加载方法可实现水平加载、纵向加载及耦合加载等多种加载方式，满足了结构静力载荷试验的要求。



1. 一种静力载荷试验的加载装置,包括盛有土体的试验箱(1)和一端插入土体中的模型桩(2),还包括:两个支撑定位架(3)、两个定滑轮(4)和两根拉力绳(5),所述拉力绳(5)的一端固定连接于所述模型桩(2)上的加载点(21)处,另一端绕过一个定滑轮(4)并连接有砝码(6),两根拉力绳(5)分别位于模型桩(2)的两侧且在水平面上的投影在同一条直线上,其特征在于,

两个所述支撑定位架(3),竖直固定于所述试验箱(1)上方,每个支撑定位架(3)的顶部安装有两个同轴的卷轮(34),每个卷轮(34)上各卷绕一根牵引绳(35);

两个所述定滑轮(4),分别位于所述两个支撑定位架(3)内,每个定滑轮(4)可转动地安装在一滑轮轴(41)上,滑轮轴(41)的两端悬吊在两根所述牵引绳(35)上。

2. 根据权利要求1所述的静力载荷试验的加载装置,其特征在于:所述支撑定位架(3)通过支腿(32)固定装设于所述试验箱(1)的箱体上。

3. 根据权利要求1所述的静力载荷试验的加载装置,其特征在于:所述两个支撑定位架(3)之间固定连接有支撑梁(33)。

4. 根据权利要求1所述的静力载荷试验的加载装置,其特征在于:所述卷轮(34)与支撑定位架(3)之间还设有锁止装置。

5. 根据权利要求1所述的静力载荷试验的加载装置,其特征在于:所述支撑定位架(3)上设有沿竖直方向的导向槽(31),所述滑轮轴(41)的两端与所述导向槽(31)滑动配合。

6. 根据权利要求1所述的静力载荷试验的加载装置,其特征在于:连接在拉力绳(5)上的砝码(6)的重量可调。

7. 一种采用权利要求1所述加载装置的加载方法,其特征在于:

对所述模型桩(2)施加水平载荷时,通过卷轮(34)调节两侧定滑轮(4)的高度,使所述拉力绳(5)处于水平状态,且在两根拉力绳(5)上加载重量不同的砝码(6),从而使两根拉力绳(5)的合力对模型桩(2)施加水平载荷;

对所述模型桩(2)施加纵向载荷时,通过卷轮(34)将两侧的定滑轮(4)调节至相同的设定高度,所述设定高度不同于所述加载点(21)的高度,且在两根拉力绳(5)上加载重量相同的砝码(6),从而使两根拉力绳(5)的合力对模型桩(2)施加纵向载荷;

对所述模型桩(2)施加耦合载荷时,通过卷轮(34)将两侧的定滑轮(4)调节至各自不同的设定高度,两根拉力绳(5)的合力对模型桩(2)同时施加纵向载荷和水平载荷。

8. 根据权利要求7所述的加载方法,其特征在于:

对所述模型桩(2)施加纵向上拔载荷时,两侧定滑轮(4)的设定高度高于所述加载点(21)的高度;

对所述模型桩(2)施加纵向下压载荷时,两侧定滑轮(4)的设定高度低于所述加载点(21)的高度。

9. 根据权利要求7或8所述的加载方法,其特征在于:

对所述模型桩(2)施加耦合载荷且要求纵向载荷保持不变时,使一侧定滑轮(4)的设定高度不同于所述加载点(21)的高度,调节该侧砝码(6)的重量,使纵向载荷达到设定值;使另一侧定滑轮(4)与所述加载点(21)的高度相同,调节该侧砝码(6)的重量,从而仅使水平载荷发生改变。

## 静力载荷试验的加载装置及加载方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种加载装置和加载方法,特别是涉及一种静力载荷试验的加载装置及加载方法。

### 背景技术

[0002] 结构的静力载荷试验,是指在结构加载点处逐级施加纵向下压载荷、纵向上拔载荷或水平载荷,观测结构随时间产生的沉降位移、上拔位移或水平位移,以确定相应的结构纵向抗压承载力、结构纵向抗拔承载力或结构水平承载力。

[0003] 目前在结构模型静力载荷试验的加载过程中,只能采用单一的纵向或水平加载方法,纵向加载主要采用杠杆原理,水平加载主要采用定滑轮,这两种加载方式无法实现静力载荷的耦合。然而在实际工程中,结构往往同时受到纵向及水平载荷,因此,仅利用现有的试验装置和试验方法并不能满足结构静力载荷试验的实际要求。

### 发明内容

[0004] 鉴于以上所述现有技术的缺点,本发明要解决的技术问题在于提供一种能够根据试验要求对结构进行水平加载、纵向加载或者耦合加载等多种加载方式的静力载荷试验的加载装置及加载方法。

[0005] 为实现上述目的及其他相关目的,本发明提供一种静力载荷试验的加载装置,包括盛有土体的试验箱和一端插入土体中的模型桩,还包括:竖直固定于所述试验箱上方的两个支撑定位架,每个支撑定位架的顶部安装有两个同轴的卷轮,每个卷轮上各卷绕一根牵引绳;分别位于所述两个支撑定位架内的两个定滑轮,每个定滑轮可转动地安装在一滑轮轴上,滑轮轴的两端悬吊在两根所述牵引绳上;两根拉力绳,拉力绳的一端固定连接于所述模型桩上的加载点处,另一端绕过一个定滑轮并连接有砝码,两根拉力绳分别位于模型桩的两侧且在水平面上的投影在同一条直线上。

[0006] 优选地,所述支撑定位架通过支腿固定装设于所述试验箱的箱体上。

[0007] 优选地,所述两个支撑定位架之间固定连接有支撑梁。

[0008] 优选地,所述卷轮与支撑定位架之间还设有锁止装置。

[0009] 优选地,每个支撑定位架上还设有沿竖直方向的导向槽,所述滑轮轴的两端与导向槽滑动配合。

[0010] 优选地,连接在拉力绳上的砝码的重量可调。

[0011] 本发明还提供一种采用上述加载装置的加载方法,包括:

[0012] 对所述模型桩施加水平载荷时,通过卷轮调节两侧的定滑轮的高度,使所述拉力绳处于水平状态,且在两根拉力绳上加载重量不同的砝码,从而使两根拉力绳的合力对模型桩施加水平载荷;

[0013] 对所述模型桩施加纵向载荷时,通过卷轮将两侧的定滑轮调节至相同的设定高度,所述设定高度不同于所述加载点的高度,且在两根拉力绳上加载重量相同的砝码,从而

使两根拉力绳的合力对模型桩施加纵向载荷；

[0014] 对所述模型桩施加耦合载荷时，通过卷轮将两侧的定滑轮调节至各自不同的设定高度，两根拉力绳的合力对模型桩同时施加纵向载荷和水平载荷。

[0015] 优选地，对所述模型桩施加纵向上拔载荷时，两侧定滑轮的设定高度高于所述加载点的高度；对所述模型桩施加纵向下压载荷时，两侧定滑轮的设定高度低于所述加载点的高度。

[0016] 优选地，对所述模型桩施加耦合载荷且要求纵向载荷保持不变时，使一侧的定滑轮的设定高度不同于所述加载点的高度，调节该侧砝码的重量，使纵向载荷达到设定值；使另一侧的定滑轮与所述加载点的高度相同，调节该侧砝码的重量，从而仅使水平载荷发生改变。

[0017] 如上所述，本发明提供的静力载荷试验的加载装置及加载方法结构简单，使用方便，在试验用模型桩的两侧设置有高度可调的定滑轮，通过绕过定滑轮的拉力绳将砝码的重量转化为施加在模型桩上的载荷，通过调整定滑轮相对于模型桩加载点的高度和调节砝码的重量，可以实现水平加载、下压加载、上拔加载以及耦合加载等多种加载方式，满足了结构静力载荷试验的实际要求。

## 附图说明

[0018] 图 1 显示为本发明的静力载荷试验的加载装置的示意图。

[0019] 图 2 显示为本发明的静力载荷试验的加载装置的局部放大示意图。

[0020] 图 3 显示为本发明的静力载荷试验的加载装置及加载方法中实施例中模型桩的示意图。

[0021] 图 4 显示为本发明的静力载荷试验的加载装置及加载方法中模型桩的受力分析示意图。

[0022] 元件标号说明

[0023] 1 试验箱

[0024] 2 模型桩

[0025] 21 加载点

[0026] 3 支撑定位架

[0027] 31 导向槽

[0028] 32 支腿

[0029] 33 支撑梁

[0030] 34 卷轮

[0031] 35 牵引绳

[0032] 4 定滑轮

[0033] 41 滑轮轴

[0034] 5 拉力绳

[0035] 6 砝码

## 具体实施方式

[0036] 以下通过特定的具体实例说明本发明的实施方式,本领域技术人员可由本说明书所揭露的内容轻易地了解本发明的其他优点与功效。本发明还可以通过另外不同的具体实施方式加以实施或应用,本说明书中的各项细节也可以基于不同观点与应用,在没有背离本发明的精神下进行各种修饰或改变。

[0037] 请参阅图1至图4。需要说明的是,本实施例中所提供的图示仅以示意方式说明本发明的基本构想,遂图式中仅显示与本发明中有关的组件而非按照实际实施时的组件数目、形状及尺寸绘制,其实际实施时各组件的型态、数量及比例可为一种随意的改变,且其组件布局型态也可能更为复杂。

[0038] 图1和图2显示为本发明的静力载荷试验的加载装置的示意图,图3和图4分别显示为模型桩示意图和模型桩的受力分析示意图。如图1至图4所示,静力载荷试验的加载对象是模型桩2,模型桩2插放在试验箱1内的土体中。模型桩2顶部设有加载点21。本发明的目的是要使作用于模型桩2顶部加载点21处两侧的拉力载荷产生水平、竖直两个方向的分力,通过调整定滑轮4的高度位置和两侧砝码6的重量,实现分力的抵消、叠加或组合,进而实现对模型桩2的水平加载、纵向加载或者耦合加载。

[0039] 本发明提供的静力载荷试验的加载装置主要包括两个支撑定位架3、两个定滑轮4、两个拉力绳5。这些构件均对称地设置于试验箱1的两侧。

[0040] 支撑定位架3竖直地固定于试验箱1上方,每个支撑定位架3的顶部都安装有两个卷轮34,每个卷轮34上各卷绕有一根牵引绳35。两个定滑轮4分别位于两个支撑定位架3内。定滑轮4位于卷轮34的下方,可转动地安装在一滑轮轴41上,滑轮轴41的两端各连接一根牵引绳35,使定滑轮4悬吊在两根牵引绳35上。拉力绳5的一端固定连接于模型桩2上的加载点21处,另一端绕过一个定滑轮4并连接有砝码6。拉力绳5可选择抗拉强度和抗剪强度都较好的钢绞线,连接在拉力绳5上的砝码6的重量可调。模型桩2两侧的拉力绳5在水平面上的投影在同一条直线上。

[0041] 每个支撑定位架3的两侧都固定装设有支腿32,支撑定位架3通过支腿32固定装设于试验箱1的箱体上。于实施例中,每个支撑定位架3自身也为对称结构,从支撑定位架3架体的两侧各伸出一根支腿32,每根支腿32支撑在试验箱1的一个箱角处。两个卷轮34同轴地并排安装于支撑定位架3的架体顶部。为使整个加载装置在使用过程中更为稳定、牢固,试验箱1两侧的两个支撑定位架3之间固定连接有支撑梁33,支撑梁33横跨于试验箱1上方。

[0042] 在使用该静力载荷试验加载装置时,同时转动两个并排的卷轮34使滑轮轴41两端的牵引绳35缠绕在卷轮34上,定滑轮4在牵引绳35的带动下升高;反向转动并排的两个卷轮34,可以将定滑轮4放低。卷轮34与支撑定位架3之间还设有锁止装置,定滑轮4达到设定高度后,两个卷轮34被锁止在当前状态,定滑轮4随即被定位于当前位置,再根据需要调节砝码6的重量以达到试验要求。支撑定位架3内还设有沿竖直方向延伸的导向槽31,滑轮轴41与导向槽31垂直。调整定滑轮4的高度时,滑轮轴41在牵引绳35的带动下沿竖直方向上下移动,滑轮轴41的两端与导向槽31滑动配合,端部的尺寸与导向槽31的宽度适配,可以防止定滑轮4发生晃动,保证了试验结果的准确性。

[0043] 本发明还提供一种使用前述静力载荷试验加载装置的加载方法,对模型桩2施加试验需要的水平载荷、纵向载荷或者耦合载荷,该加载方法如下:

[0044] 对模型桩 2 施加水平载荷时,通过卷轮 34 调节两侧的定滑轮 4 的高度,使两个定滑轮 4 的高度与加载点 21 的高度相同,从而使拉力绳 5(位于加载点 21 和定滑轮 4 之间的一段)处于水平状态,在两根拉力绳 5 上加载重量不同的砝码 6,从而使两根拉力绳 5 的合力对模型桩 2 施加水平载荷;

[0045] 对模型桩 2 施加纵向载荷时,通过卷轮 34 将两侧的定滑轮 4 调节至相同的设定高度,设定高度不同于加载点 21 的高度,且在两根拉力绳 5 上加载重量相同的砝码 6,从而使两根拉力绳 5 对模型桩 2 施加纵向载荷,该纵向载荷为两侧拉力载荷的竖直分力的合力;

[0046] 对模型桩 2 施加耦合载荷时,通过卷轮 34 将两侧的定滑轮 4 调节至各自不同的设定高度,两根拉力绳 5 的合力对模型桩 2 同时施加纵向载荷和水平载荷,其中,纵向载荷为两侧拉力载荷的竖直分力的合力,水平载荷为两侧拉力载荷的水平分力的合力。

[0047] 以下将通过具体的实施例对该加载方法进行说明:

[0048] 于实施例中,两个支撑定位架 3 对称地设置在试验箱 1 的左右两侧,请参阅图 3 和图 4,在模型桩 2 顶部前后固定有两个突起,两侧拉力绳 5 的端部都固定在突起上。两个突起位于模型桩 2 横截面的同一直径的两端,加载点 21 作为受力点位于直径中心处,这样可避免加载时产生偏心弯矩。左右两侧的定滑轮 4 到模型桩 2 上加载点 21 的水平距离均为 1m。对模型桩 2 施加的水平载荷即向左或者向右的拉力载荷,对模型桩 2 施加的纵向载荷即上拔载荷或者下压载荷。

[0049] 对模型桩 2 施加向左的水平载荷时,可以只使用加载装置位于试验箱 1 左侧的部分。左侧拉力绳 5 一端固定于模型桩 2 左侧的加载点 21 处(两个突起上),转动卷轮 34 将定滑轮 4 调节至与模型桩 2 加载点 21 位置等高,此时拉力绳 5(位于加载点 21 和定滑轮 4 之间的一段)处于水平状态,调节拉力绳 5 另一端砝码 6 的重量以控制加载量的大小。例如:在拉力绳 5 左端加载质量为 10kg 砝码 6,则对模型桩 2 施加的向左的水平载荷为  $10\text{kg} \times 9.8\text{N/kg} = 98\text{N}$ 。

[0050] 对模型桩 2 施加纵向载荷时,左右两侧的加载装置同时使用。由于两侧定滑轮 4 的设定高度相同,因此两侧载荷的加载角度也相同,当两侧的加载砝码 6 重量相同时,两侧载荷的水平分力互相抵消,仅余竖直分力,两侧竖直分力的合力构成纵向载荷,通过同时调节两侧砝码 6 的重量可以控制纵向加载量的大小。

[0051] 对模型桩 2 施加纵向上拔载荷时,左右两侧的定滑轮 4 的设定高度高于模型桩 2 加载点 21 的高度。例如:定滑轮 4 的设定高度高于模型桩 2 加载点的高度 0.3m,则左右两侧的加载角度均为  $\arctan \frac{0.3}{1} = 16.7^\circ$ ,两侧各加载质量为 10kg 的砝码 6,则在模型桩 2 上施加的上拔载荷为  $10\text{kg} \times 9.8\text{N/kg} \times \sin(16.7^\circ) \times 2 = 56.3\text{N}$ 。

[0052] 对模型桩 2 施加下压载荷时,左右两侧定滑轮 4 的设定高度低于模型桩 2 加载点 21 的高度,加载方法与施加上拔载荷的方法一致。

[0053] 对模型桩 2 施加耦合载荷时,也要同时使用左右两侧的加载装置,但两侧定滑轮 4 的设定高度各不相同,因此两侧拉力载荷的加载角度也不相同,水平分力载荷和竖直分力载荷同时存在。此时,如果要求纵向载荷保持不变,可以令一侧的定滑轮 4 的设定高度不同于加载点 21 的高度,调节该侧砝码 6 的重量,使纵向载荷达到设定值;令另一侧的定滑轮 4 的设定高度与加载点 21 的高度相同,根据水平载荷的需要调节该侧砝码 6 的重量。

[0054] 例如：左侧定滑轮 4 的设定高度高于模型桩 2 加载点 21 的高度 0.2m，需要加载的上拔载荷为 19.2N，水平载荷为 47N，加载过程中需要保持上拔载荷不变。因为  $19.2N / \sin(\arctan \frac{0.2}{1}) = 10kg * 9.8N/kg$ ，因此在左侧加载质量为 10kg 的砝码 6 可以使上拔载荷达到 19.2N。为保持上拔载荷 19.2N 不变，左侧的砝码 6 应保持 10kg 不变，而且右侧定滑轮 4 的设定高度应该与加载点 21 的高度相同，才不会再产生竖直分力载荷。此时左侧砝码 6 产生的水平载荷为  $10kg * 9.8N/kg * \cos(\arctan \frac{0.2}{1}) = 96N$ ，通过调节右侧砝码 6 的重量可以使水平载荷达到 47N。当右侧砝码 6 加载到 5kg 时，水平方向的加载量达到  $96N - 5kg * 9.8N/kg = 47N$ ，满足了试验要求。

[0055] 与上述实施例的条件相同，左侧定滑轮 4 的设定高度高于模型桩 2 的高度 0.2m，右侧定滑轮 4 与加载点 21 的高度相同。如果需要保持水平载荷为 47N，则需要对两侧的砝码 6 重量都进行调节。当左侧加载砝码 6 质量为 15kg，右侧加载砝码 6 质量为 10kg 时，施加在模型桩 2 上的水平载荷达到  $15kg * 9.8N/kg * \cos(\arctan \frac{0.2}{1}) - 10kg * 9.8N/kg = 47N$ ，方向向左。此时，施加在模型桩 2 上的纵向载荷为上拔载荷  $15kg * 9.8N/kg * \sin(\arctan \frac{0.2}{1}) = 28.8N$ 。

[0056] 综上所述，本发明提供的静力载荷试验的加载装置及加载方法结构简单，使用方便，通过调整定滑轮的高度和调节砝码的重量，可以实现对模型桩的水平加载、下压加载、上拔加载以及耦合加载等多种加载方式，很好地满足了结构静力载荷试验的实际要求。所以，本发明有效克服了现有技术中的种种缺点而具高度产业利用价值。

[0057] 上述实施例仅例示性说明本发明的原理及其功效，而非用于限制本发明。任何熟悉此技术的人士皆可在不违背本发明的精神及范畴下，对上述实施例进行修饰或改变。因此，举凡所属技术领域中具有通常知识者在未脱离本发明所揭示的精神与技术思想下所完成的一切等效修饰或改变，仍应由本发明的权利要求所涵盖。

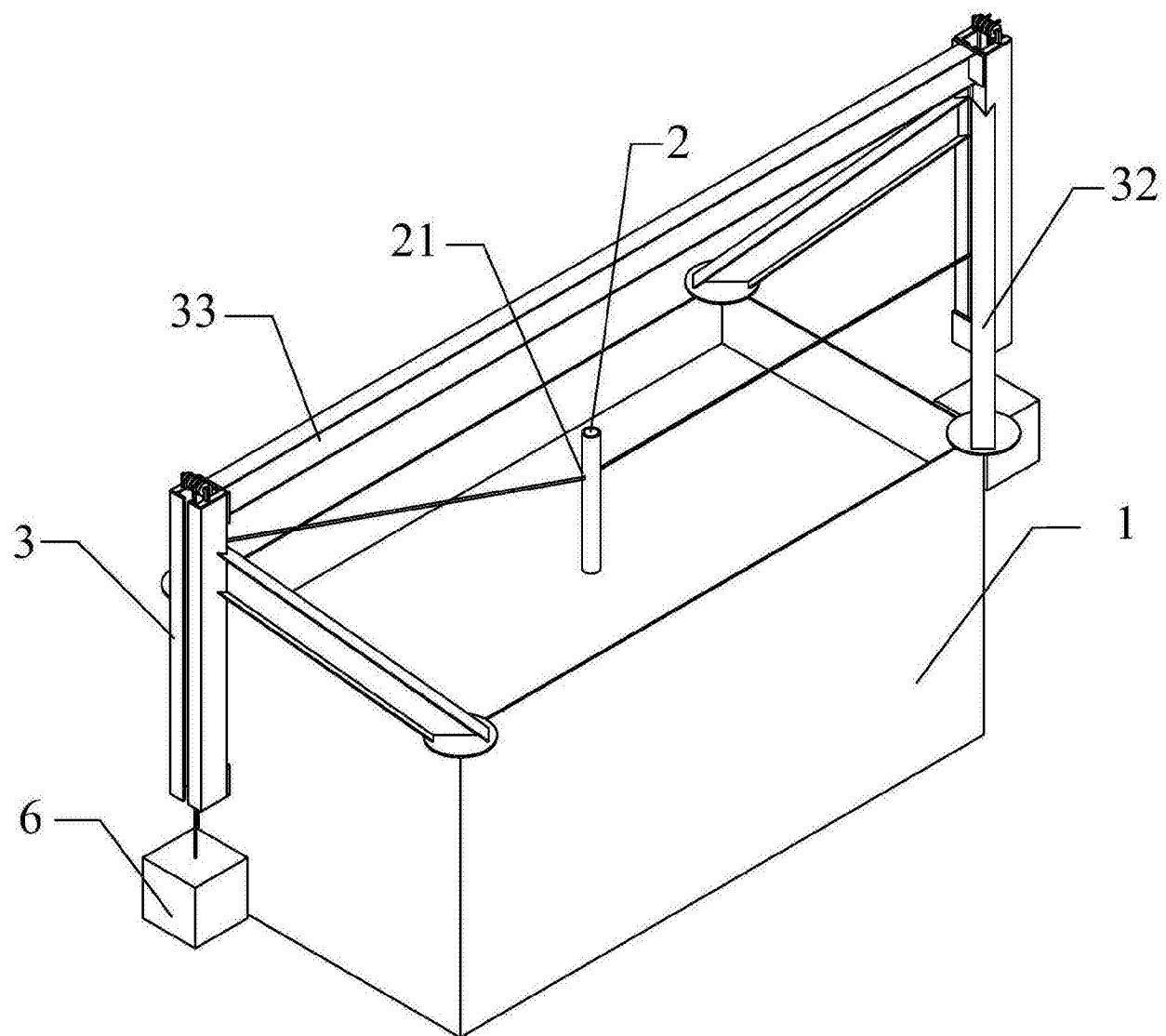


图 1

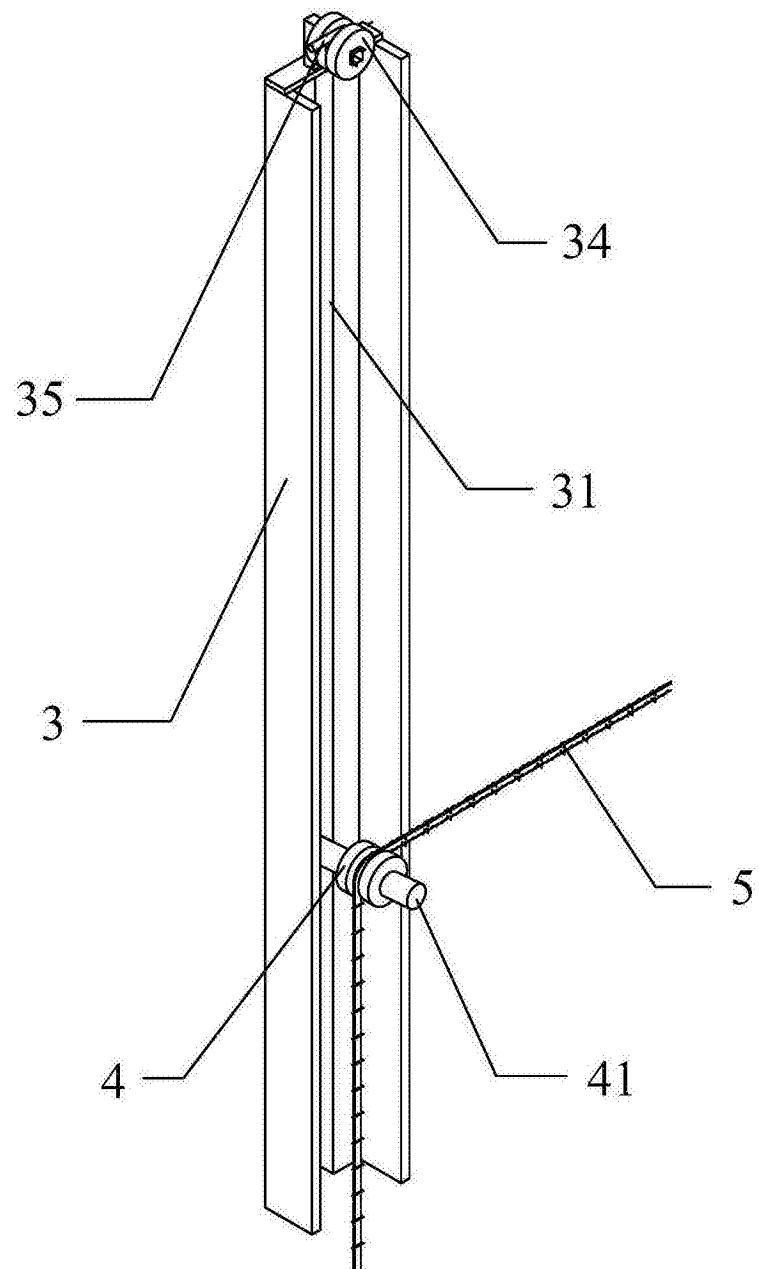


图 2

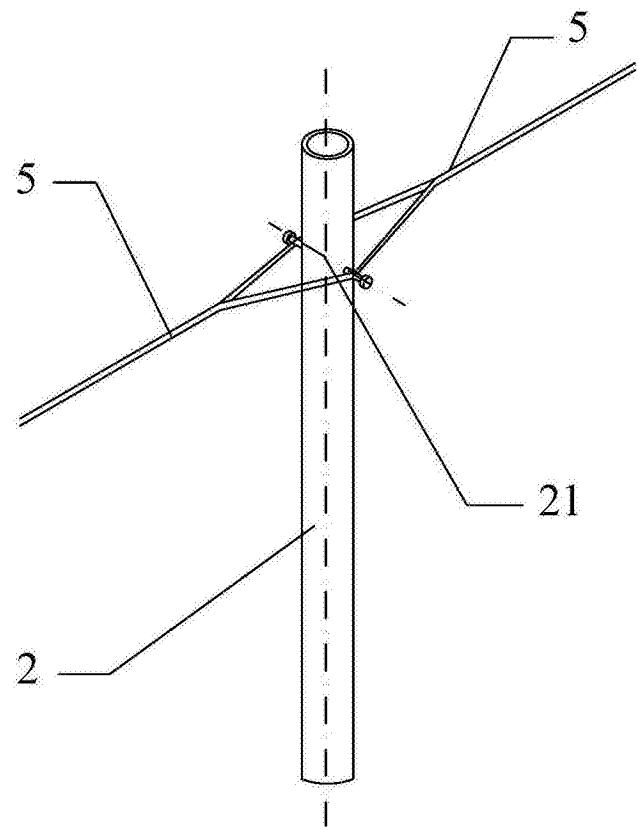


图 3

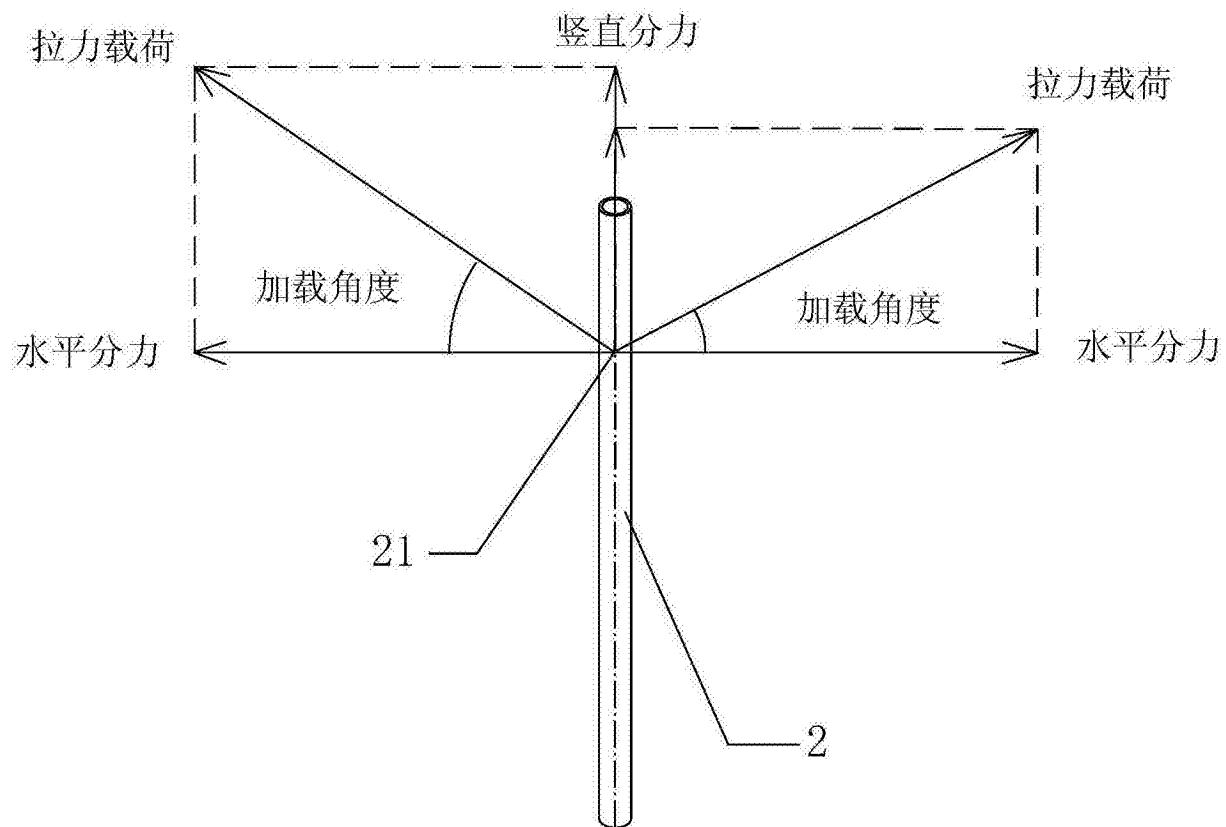


图 4