



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 109050975 B

(45)授权公告日 2019.09.10

(21)申请号 201811081947.4

(22)申请日 2018.09.17

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 109050975 A

(43)申请公布日 2018.12.21

(73)专利权人 哈尔滨工业大学  
地址 150001 黑龙江省哈尔滨市南岗区西  
大直街92号

(72)发明人 姜生元 邓宗全 杨飞 刘飞  
马超 张伟伟 潘秋月 刘卫  
满剑锋

(74)专利代理机构 哈尔滨市阳光惠远知识产权  
代理有限公司 23211  
代理人 刘景祥

(51)Int.Cl.

B64G 1/16(2006.01)

(56)对比文件

CN 106853874 A,2017.06.16,全文.

CN 106114662 A,2016.11.16,全文.

CN 105515127 A,2016.04.20,全文.

CN 103863428 A,2014.06.18,全文.

刘卫.火星车三折平展坡道转移方案及转移  
姿态分析.《深空探测学报》.2017,第4卷(第3  
期),

审查员 黄达飞

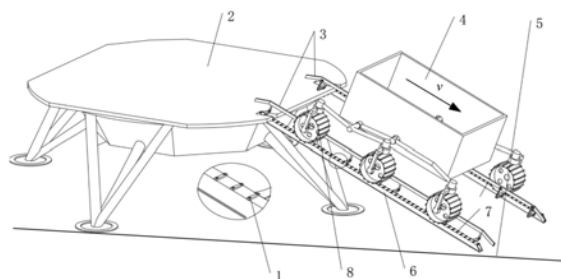
权利要求书2页 说明书4页 附图4页

(54)发明名称

一种星球车转移用节距式稳姿防滑辅道

(57)摘要

本发明提供一种星球车转移用节距式稳姿防滑辅道,包括布置在两个平行设置的坡道梯面表面上的两个分辅道,每个分辅道均包括沿着各自坡道梯面的长度方向呈节距式分布的若干辅道单元,坡道梯面包括中间直面和斜面,中间直面的两端各设置一斜面,在每个斜面上均布置一辅道单元,辅道单元高度为 $h$ ,宽度为 $w$ ,在坡道梯面行走的星球车的车轮上均匀设有若干刺片,刺片的节距为 $D$ ,刺片伸出车轮边缘的距离为 $S$ ,星球车行进过程中,在满足某一条件下,车轮通过其上设置的若干刺片与若干个辅道单元依次扣合。本发明增加了星球车转移过程中车轮和坡道梯面的防滑效果,配合坡道实现星球车转移过程的姿态稳定的可控性。



1. 一种星球车转移用节距式稳姿防滑辅道,包括布置在两个平行设置的坡道梯面(6)表面上的两个分辅道(7),每个分辅道(7)均包括沿着各自坡道梯面(6)的长度方向呈节距式分布的若干辅道单元(1),两个坡道梯面(6)一端与着陆平台(2)接触,另一端与地面(5)接触,两个坡道梯面(6)的结构相同,其特征在于:每个坡道梯面(6)均包括中间直面(601)和斜面(602),所述的中间直面(601)的两端各设置一个斜面(602),在每个斜面(602)上均布置一个辅道单元(1),斜面(602)上的辅道单元(1)与斜面(602)底部的距离为 $L_0$ ,中间直面(601)上的第一个辅道单元(1)和最后一个辅道单元(1)距离各自侧斜面(602)上的辅道单元(1)的距离均为 $L_1$ ,中间直面(601)上的相邻两个辅道单元(1)之间的距离为 $L_n$ ,所述辅道单元(1)的高度为 $h$ ,宽度为 $w$ ,在坡道梯面(6)上行走的星球车(4)的车轮(8)上均匀设有若干刺片(9),刺片(9)的节距为 $D$ ,刺片(9)伸出车轮(8)边缘的距离为 $S$ ,星球车(4)行进过程中,在满足某一条件下,车轮(8)通过其上设置的若干刺片(9)与若干个辅道单元(1)依次扣合,所述某一条件为:

$$L_0 = D/2 + 5 \sim D/2 - 5,$$

$$L_1 = D + 2 \sim D + 5,$$

$$L_n = D + 2 \sim D + 5,$$

$$w = 3 \sim 6 \text{mm},$$

$$h = S/2 \sim 2S/3。$$

2. 根据权利要求1所述的一种星球车转移用节距式稳姿防滑辅道,其特征在于:所述辅道单元(1)为滚动齿条,所述的滚动齿条包括滚轮(10)和衬套(11),所述滚轮(10)绕衬套(11)旋转,通过铆钉(12)穿过衬套(11)与坡道梯面(6)固定连接,所述铆钉(12)与衬套(11)上端连接处设有第一垫片(13),所述铆钉(12)底端与坡道梯面(6)连接处设有第二垫片(14)。

3. 根据权利要求1所述的一种星球车转移用节距式稳姿防滑辅道,其特征在于:所述辅道单元(1)为直齿齿条(15),所述直齿齿条(15)的横截面为等腰梯形,等腰梯形的腰边与下底的夹角为 $70^\circ - 75^\circ$ ,两个坡道梯面(6)上的若干辅道单元(1)均水平布置,且在两个坡道梯面(6)上的相对应位置处的两个辅道单元(1)沿星球车(4)行进方向呈“一”字型排布。

4. 根据权利要求1所述的一种星球车转移用节距式稳姿防滑辅道,其特征在于:所述辅道单元(1)为直齿齿条(15),所述直齿齿条(15)的横截面为等腰梯形,等腰梯形的腰边与下底的夹角为 $70^\circ - 75^\circ$ ,在两个坡道梯面(6)上的若干辅道单元(1)均倾斜布置,且在两个坡道梯面(6)上的相对应位置处的两个辅道单元(1)沿星球车(4)行进方向呈“人”字型排布。

5. 根据权利要求4所述的一种星球车转移用节距式稳姿防滑辅道,其特征在于:所述倾斜布置的辅道单元(1)的倾斜角度为与水平方向呈 $2^\circ - 10^\circ$ 。

6. 根据权利要求1-5中任一项所述的一种星球车转移用节距式稳姿防滑辅道,其特征在于:在两个所述坡道梯面(6)的内侧各设一个内护栏(3),两个内护栏(3)限制车轮(8)行走时的姿态。

7. 根据权利要求1-5中任一项所述的一种星球车转移用节距式稳姿防滑辅道,其特征在于:在两个所述坡道梯面(6)的外侧各设一个外护栏(16),两个外护栏(16)限制车轮(8)行走时的姿态。

8. 根据权利要求1-5中任一项所述的一种星球车转移用节距式稳姿防滑辅道,其特征

在于:在每一个所述坡道梯面(6)的内外侧各设置一个内护栏(3)和一个外护栏(16),每个坡道梯面(6)上的两个护栏限制在此坡道梯面上行走的车轮(8)的姿态。

## 一种星球车转移用节距式稳姿防滑辅道

### 技术领域

[0001] 本发明属于地外天体星球车着陆巡视探测技术领域,尤其是涉及一种星球车转移用节距式稳姿防滑辅道。

### 背景技术

[0002] 采用星球车对火星进行着陆巡视探测是火星探测的重要手段,星球车一般不能直接降落在火星表面,需通过带有缓冲装置的着陆平台进行搭载,待着陆平台着陆后,可通过转移机构与地面搭接成梯,星球车在着陆平面表面和梯面上行进过程中,因为地面工况复杂,火星表面地面坡度和表面岩石颗粒等,坡道梯面和平台面的三维倾斜角度具有不确定性,在星球车转移过程中车轮接触表面依靠材质表面的摩擦力不足以对星球车进行行进方向阻碍纵向滑移和倾覆,本发明提出了一种星球车转移用节距式稳姿防滑辅道,在星球车行进转移过程中,可有效缓解星球车滑移,稳定行进的姿态,保障星球车安全稳定转移至地面,开展探测任务。

### 发明内容

[0003] 有鉴于此,本发明旨在提出一种星球车转移用节距式稳姿防滑辅道,增加了星球车转移过程中车轮和和坡道梯面的防滑效果,配合坡道实现转移过程的姿态稳定的可控性。

[0004] 为达到上述目的,本发明的技术方案是这样实现的:

[0005] 一种星球车转移用节距式稳姿防滑辅道,包括布置在两个平行设置的坡道梯面表面上的两个分辅道,每个分辅道均包括沿着各自坡道梯面的长度方向呈节距式分布的若干辅道单元,两个坡道梯面一端与着陆平台接触,另一端与地面接触,两个坡道梯面的结构相同,均包括中间直面和斜面,所述的中间直面的两端各设置一个斜面,在每个斜面上均布置一个辅道单元,斜面上的辅道单元与斜面底部的距离为 $L_0$ ,中间直面上的第一个辅道单元和最后一个辅道单元距离各自侧斜面上的辅道单元的距离均为 $L_1$ ,中间直面上的相邻两个辅道单元之间的距离为 $L_n$ ,所述辅道单元的高度为 $h$ ,宽度为 $w$ ,在坡道梯面行走的星球车的车轮上均匀设有若干刺片,刺片的节距为 $D$ ,刺片伸出车轮边缘的距离为 $S$ ,星球车行进过程中,在满足某一条件下,车轮通过其上设置的若干刺片与若干个辅道单元依次扣合,所述某一条件为:

[0006]  $L_0 = D/2 + 5 \sim D/2 - 5$ ,

[0007]  $L_1 = D + 2 \sim D + 5$ ,

[0008]  $L_n = D + 2 \sim D + 5$ ,

[0009]  $w = 3 \sim 6\text{mm}$ ,

[0010]  $h = S/2 \sim 2S/3$ 。

[0011] 进一步的,所述辅道单元为滚动齿条,所述的滚动齿条包括滚轮和衬套,所述滚轮绕衬套旋转,通过铆钉穿过衬套与坡道梯面固定连接,所述铆钉与衬套上端连接处设有第

一垫片,所述铆钉底端与坡道梯面连接处设有第二垫片。

[0012] 进一步的,所述辅道单元为直齿齿条,所述直齿齿条的横截面为等腰梯形,等腰梯形的腰边与下底的夹角为 $70^{\circ}$ - $75^{\circ}$ ,两个坡道梯面上的若干辅道单元均水平布置,且在两个坡道梯面上的相对应位置处的两个辅道单元沿星球车行进方向呈“一”字型排布。

[0013] 进一步的,所述辅道单元为直齿齿条,所述直齿齿条的横截面为等腰梯形,等腰梯形的腰边与下底的夹角为 $70^{\circ}$ - $75^{\circ}$ ,在两个坡道梯面上的若干辅道单元均倾斜布置,且在两个坡道梯面上的相对应位置处的两个辅道单元沿星球车行进方向呈“人”字型排布。

[0014] 进一步的,所述倾斜布置的辅道单元的倾斜角度为与水平方向呈 $2^{\circ}$ - $10^{\circ}$ 。

[0015] 进一步的,在两个所述坡道梯面的内侧各设一个内护栏,两个内护栏限制车轮行走时的姿态。

[0016] 进一步的,在两个所述坡道梯面的外侧各设一个外护栏,两个外护栏限制车轮行走时的姿态。

[0017] 进一步的,在每一个所述坡道梯面的内外侧各设置一个内护栏和一个外护栏,每个坡道梯面上的两个护栏限制在此坡道梯面上行走的车轮的姿态。

[0018] 相对于现有技术,本发明所述的一种星球车转移用节距式稳姿防滑辅道具有以下优势:

[0019] 本发明所述的一种星球车转移用节距式稳姿防滑辅道,通过坡道表面上的结构或机构与车轮刺片的接触面状态和几何尺寸(几何尺寸指型面和几何约束)的匹配设计,使车行进过程中形成间隙型的啮合,实现行星球车进方向的纵阻防滑和侧向姿态释放,减小了星球车在坡道上滑移和侧翻的风险,各工况下,使坡道均适应可实现车的安全稳定转移。辅道的设计为星球车的安全稳定转移提供保障,与现有软辅道技术相比,利用刚性辅道,规避了软辅道在车行进过程中,辅道会出现随机塑形形变使车轮发生卡滞的风险。

## 附图说明

[0020] 构成本发明的一部分的附图用来提供对本发明的进一步理解,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,并不构成对本发明的不当限定。在附图中:

[0021] 图1为在星球车转移过程防滑辅道的结构示意图;

[0022] 图2为分辅道的布局图;

[0023] 图3为图2A处放大图;

[0024] 图4为车轮的刺片与辅道作用关系图;

[0025] 图5为辅道单元为滚动齿条式的坡道梯面俯视图;

[0026] 图6为滚动齿条式辅道单元的结构示意图;

[0027] 图7为辅道单元为直齿齿条式一种布置方式的坡道梯面俯视图;

[0028] 图8为辅道单元为直齿齿条式另一种布置方式的坡道梯面俯视图;

[0029] 图9为直齿齿条的横截面图。

[0030] 附图标记说明:

[0031] 1-辅道单元,2-着陆平台,3-内护栏,4-星球车,5-地面,6-坡道梯面,601-中间直面,602-斜面,7-分辅道,8-车轮,9-刺片,10-滚轮,11-衬套,12-铆钉,13-第一垫片,14-第二垫片,15-直齿齿条,16-外护栏。

## 具体实施方式

[0032] 需要说明的是,在不冲突的情况下,本发明中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

[0033] 下面将参考附图并结合实施例来详细说明本发明。

[0034] 如图1-图9所示,一种星球车转移用节距式稳姿防滑辅道,包括布置在两个平行设置的坡道梯面6表面上的两个分辅道7,每个分辅道7均包括沿着各自坡道梯面6的长度方向呈节距式分布的若干辅道单元1,两个坡道梯面6一端与着陆平台2接触,另一端与地面5接触,两个坡道梯面6的结构相同,均包括中间直面601和斜面602,所述的中间直面601的两端各设置一个斜面602,在每个斜面602上均布置一个辅道单元1,斜面602上的辅道单元1与斜面602底部的距离为 $L_0$ ,中间直面601上的第一个辅道单元1和最后一个辅道单元1距离各自侧斜面602上的辅道单元1的距离均为 $L_1$ ,中间直面601上的相邻两个辅道单元1之间的距离为 $L_n$ ,所述辅道单元1的高度为 $h$ ,宽度为 $w$ ,在坡道梯面6上行走的星球车4的车轮8上均匀设有若干刺片9,刺片9的节距为 $D$ ,刺片9伸出车轮8边缘的距离为 $S$ ,星球车4行进过程中,在满足某一条件下,车轮8通过其上设置的若干刺片9与若干个辅道单元1依次扣合,所述某一条件为:

[0035]  $L_0 = D/2 + 5 \sim D/2 - 5$ ,

[0036]  $L_1 = D + 2 \sim D + 5$ ,

[0037]  $L_n = D + 2 \sim D + 5$ ,

[0038]  $w = 3 \sim 6\text{mm}$ ,

[0039]  $h = S/2 \sim 2S/3$ 。

[0040] 辅道单元1有以下三种结构,具体如下:

[0041] 1、辅道单元1为滚动齿条,所述的滚动齿条包括滚轮10和衬套11,所述滚轮10绕衬套11旋转,通过铆钉12穿过衬套11与坡道梯面6固定连接,所述铆钉12与衬套11上端连接处设有第一垫片13,所述铆钉12底端与坡道梯面6连接处设有第二垫片14。

[0042] 2、所述辅道单元1为直齿齿条15,所述直齿齿条15的横截面为等腰梯形,等腰梯形的腰边与下底的夹角为 $70^\circ - 75^\circ$ ,两个坡道梯面6上的若干辅道单元1均水平布置,且在两个坡道梯面6上的相对应位置处的两个辅道单元1沿星球车4行进方向呈“一”字型排布,直齿齿条15底部后上部薄,承力效果好。

[0043] 3、辅道单元1为直齿齿条15,所述直齿齿条15的横截面为等腰梯形,等腰梯形的腰边与下底的夹角为 $70^\circ - 75^\circ$ ,在两个坡道梯面6上的若干辅道单元1均倾斜布置,且在两个坡道梯面6上的相对应位置处的两个辅道单元1沿星球车4行进方向呈“人”字型排布,倾斜布置的辅道单元1的倾斜角度为与水平方向呈 $2^\circ - 10^\circ$ 。

[0044] 在坡道梯面6上设置护栏辅助防滑辅道对星球车4转移过程进行稳姿,护栏的布置具体有以下三种方式:

[0045] 1、在两个所述坡道梯面6的内侧各设一个内护栏3,两个内护栏3限制车轮8行走时的姿态,如图1所示。

[0046] 2、在两个所述坡道梯面6的外侧各设一个外护栏16,两个外护栏16限制车轮8行走时的姿态,此种防护栏设置图中未示出。

[0047] 3、在每一个所述坡道梯面6的内外侧各设置一个内护栏3和一个外护栏16,每个坡

道梯面6上的两个护栏限制在此坡道梯面上行走的车轮8的姿态,如图5、图7和图8所示。

[0048] 星球车4从着陆平台2转移至地面5过程中,车轮8的刺片9先与坡道梯面6的一端的斜面602上的辅道单元1扣合后向上运动,然后与坡道梯面6的中间直面601梯面上多个辅道单元1扣合后,再与坡道梯面6的另一端的斜面602上的辅道单元1扣合后转移至地面5上。

[0049] 在转移的过程中,车轮8在前一辅道的承力支承下与下一个节距的梯面接触,并重复上一个动作进行位移滑移至与辅道接触止动。

[0050] 在行进过程中因为坡道组成的梯面以及地面工况的影响下,除了纵向有滑移的趋势外,单个车轮在行进过程的姿态有会出现偏姿,通过与刺片的表面的接触,形面限位,有对车轮偏转的姿态控制和纠正作用。

[0051] 在车轮8行进过程中,侧滑不卡滞,配合坡道侧面的护栏可方便护栏纠正车轮姿态,进而调整车体姿态的作用;在车轮行进过程中因纵向布置了与车轮节距离相匹配的辅道,纵向滑移量受控,防止纵向翻转。

[0052] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

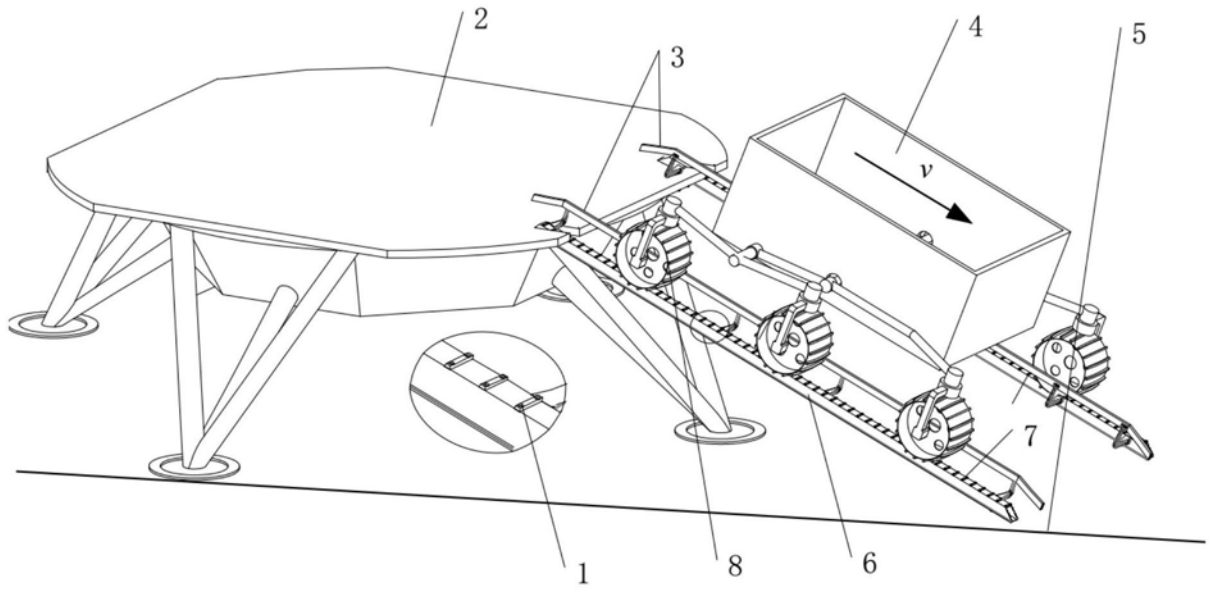


图1

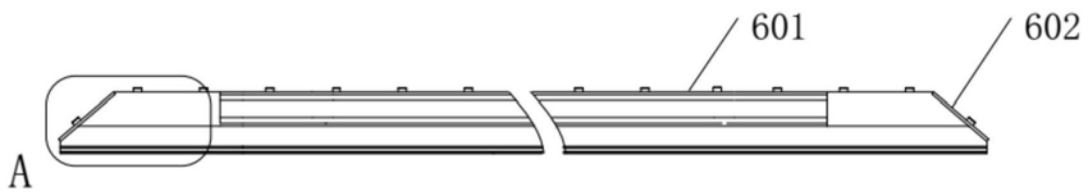


图2

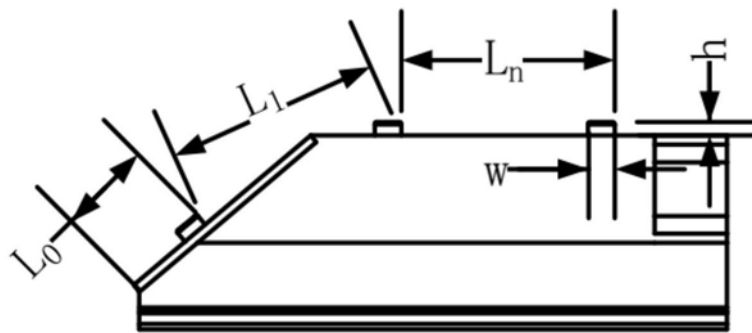


图3



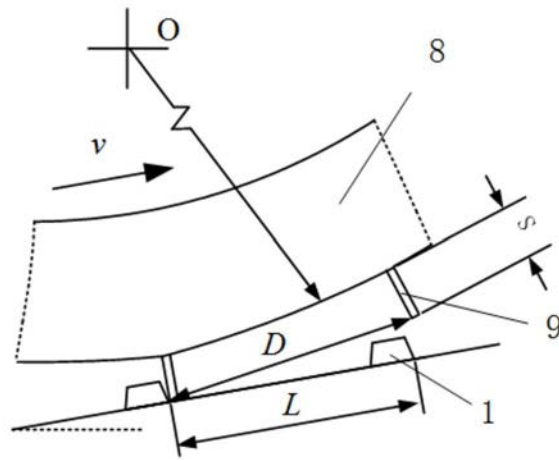


图4

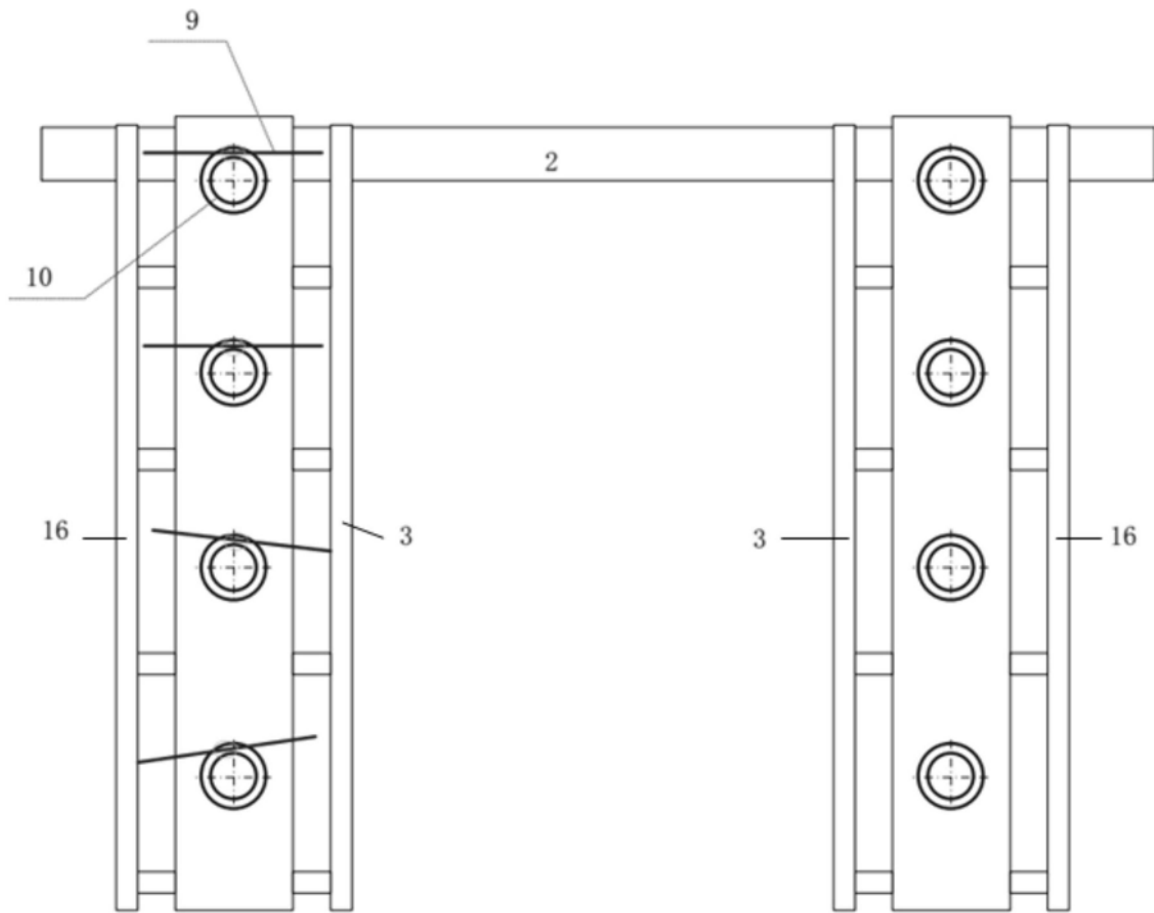


图5

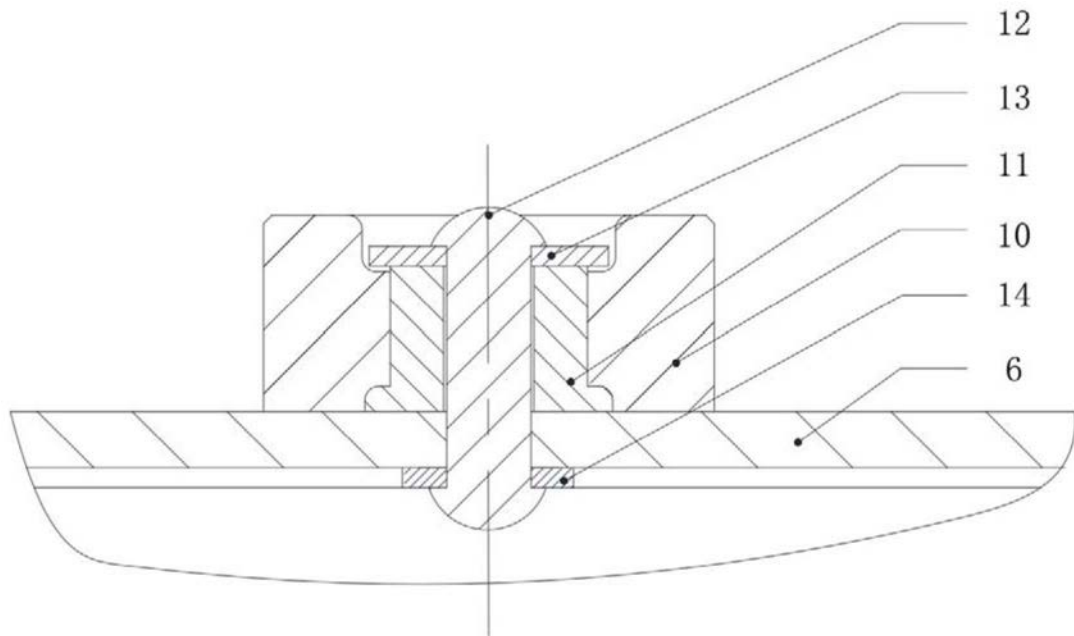


图6

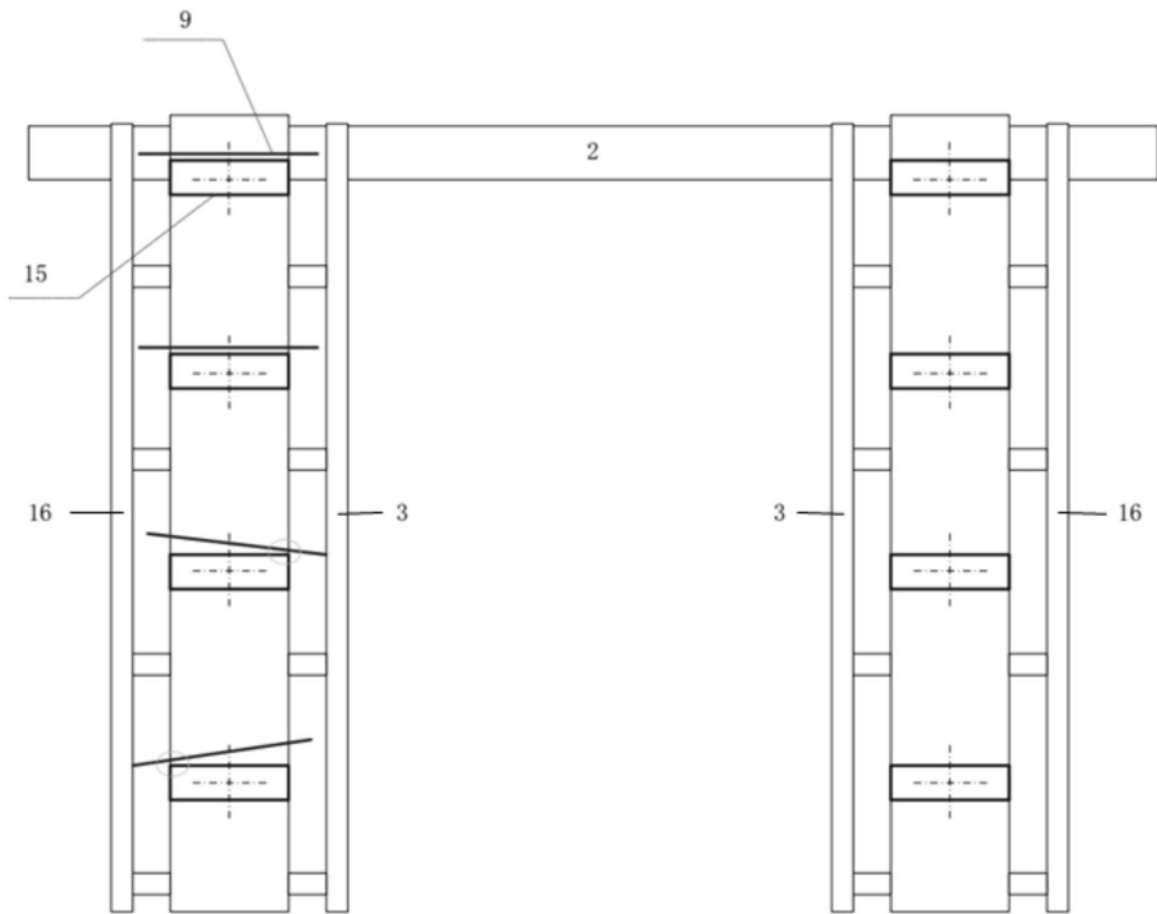


图7

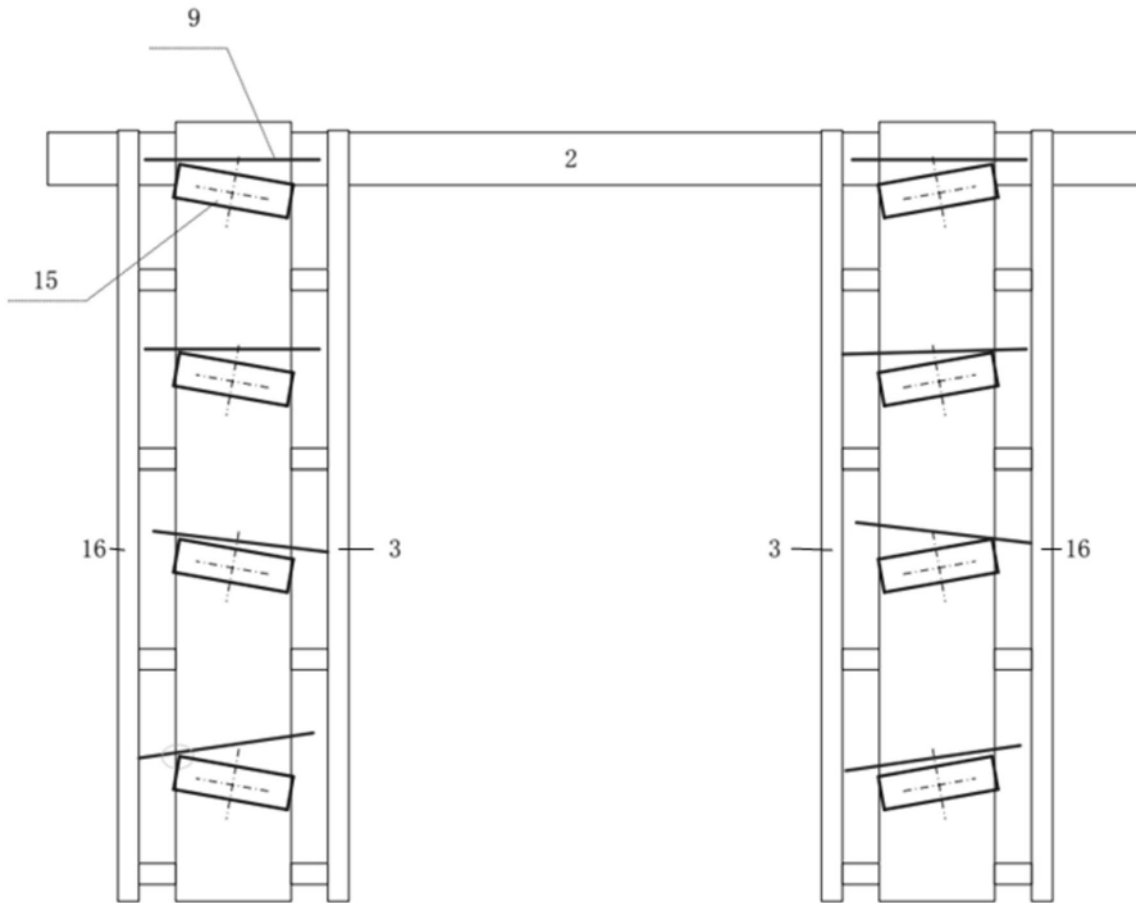


图8

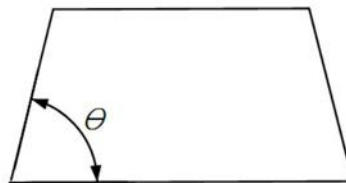


图9