(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108217469 A
(43)申请公布日 2018.06.29

(21)申请号 201711385013.5

(22)申请日 2017.12.20

(71)申请人 武汉理工大学
地址 430070 湖北省武汉市珞狮路122号

(72)发明人 袁建明 陈活枝 孙晖 胡志辉 王贡献

(74)专利代理机构 北京路浩知识产权代理有限公司 11002
代理人 王莹 吴欢燕

(51)Int.Cl.
B66C 19/00(2006.01)
B66C 11/20(2006.01)
B66C 9/08(2006.01)
B66C 9/10(2006.01)
B66C 9/14(2006.01)
B66C 7/08(2006.01)
B66C 7/16(2006.01)
B66C 13/16(2006.01)
B66C 1/14(2006.01)

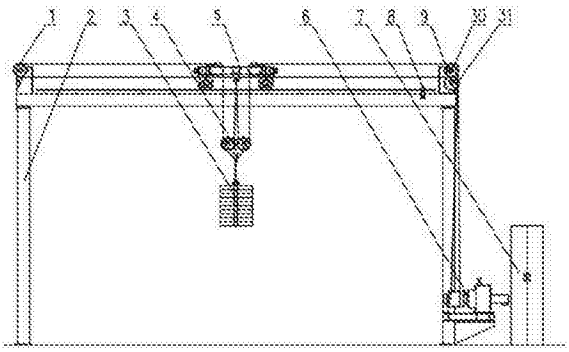
权利要求书2页 说明书11页 附图6页

(54)发明名称

一种差动驱动桥式起重机试验台及其差动驱动方法

(57)摘要

本发明提供一种差动驱动桥式起重机试验台及其差动驱动方法，小车总成和吊挂于所述小车总成下方的吊钩总成架设于桥架的承重主梁上，将用于驱动所述小车总成和所述吊钩总成运行的差动驱动系统布置在桥架的侧部；该差动驱动系统采用三台制动电机与行星齿轮差动减速器协同以驱动第一卷筒和第二卷筒执行不同的运转动作，以带动小车总成和吊钩总成在竖直方向和/或水平方向的位置变化。本发明实现吊重水平和/或竖直方向位移的结构简单，并能够有效改善主梁的承重，且能够便捷的实现电传动和机械差动驱动的转换。



CN 108217469 A

1.一种桥式起重机试验台，其特征在于，包括架设于桥架的承重主梁上的小车总成和吊挂于所述小车总成下方的吊钩总成，在所述桥架的一侧部布置有用于驱动所述小车总成和所述吊钩总成运行的差动驱动系统；

所述差动驱动系统包括行星齿轮差动减速器以及与所述行星齿轮差动减速器连接、且位于所述行星齿轮差动减速器同一侧的第一卷筒和第二卷筒，所述行星齿轮差动减速器的另一侧连接有三台用于驱动所述第一卷筒和第二卷筒转动的制动电机，所述第一卷筒上卷绕有第一钢丝绳，所述第二卷筒上卷绕有第二钢丝绳，所述第一钢丝绳和第二钢丝绳均依次与所述小车总成和吊钩总成相连。

2.如权利要求1所述的一种桥式起重机试验台，其特征在于，所述小车总成包括位于所述承重主梁上方的小车车架、安装于所述小车车架上的滑轮组件和小车行走轮组件，所述滑轮组件包括用于导向钢丝绳走向的第一滑轮和第二滑轮，所述小车行走轮组件包括用于沿所述承重主梁移动位置的四个小车行走轮。

3.如权利要求2所述的一种桥式起重机试验台，其特征在于，所述小车车架包括位于所述承重主梁上方、且与所述承重主梁平行的第一横梁和第二横梁；

所述第一横梁的两个端部的下侧均对应固定有所述小车行走轮，所述第二横梁的两个端部的下侧均对应固定有所述小车行走轮，所述小车行走轮位于所述承重主梁上方，且所述小车行走轮的中心轴上连接有第一编码器；

所述第一横梁的两个端部的侧方均对应设置有缓冲器，两个所述缓冲器与所述第一横梁沿所述第一横梁的长度方向在同一直线上；所述第二横梁的两个端部的侧方均对应设置有缓冲器，两个所述缓冲器与所述第二横梁沿所述第二横梁的长度方向在同一直线上。

4.如权利要求3所述的一种桥式起重机试验台，其特征在于，所述第一横梁与所述第二横梁之间设置多根纵梁，所述多根纵梁中的第一纵梁的一侧部固定设置所述第一滑轮，所述第一滑轮的中心轴上连接有第二编码器；所述多根纵梁中的第二纵梁的一侧部固定设置所述第二滑轮，所述第二滑轮的中心轴上也连接有所述第二编码器；所述第一滑轮与所述第二滑轮位于同一竖直平面内，且所述第一滑轮与所述第二滑轮位于所述第一纵梁与第二纵梁之间。

5.如权利要求2-4任一项所述的一种桥式起重机试验台，其特征在于，所述吊钩总成包括位于所述第一滑轮与所述第二滑轮正下方的第一吊钩滑轮和第二吊钩滑轮，所述第一吊钩滑轮和所述第二吊钩滑轮沿所述承重主梁的长度方向排列设置。

6.如权利要求5所述的一种桥式起重机试验台，其特征在于，所述第一吊钩滑轮通过第一固定轴与第一吊钩架和第二吊钩架固定，所述第二吊钩滑轮通过第二固定轴与所述第一吊钩架和所述第二吊钩架固定，所述第一吊钩架和所述第二吊钩架位于所述第一吊钩滑轮/第二吊钩滑轮的两侧，且与所述第一固定轴/第二固定轴垂直；

所述第一吊钩架的下端部与所述第二吊钩架的下端部之间设置第三固定轴，所述第三固定轴上吊挂有吊钩。

7.如权利要求5所述的一种桥式起重机试验台，其特征在于，所述承重主梁包括第一承重主梁和第二承重主梁，所述第一承重主梁和所述第二承重主梁的上侧均焊接有钢轨，所述小车行走轮位于所述钢轨上方且与所述钢轨接触；在第一承重主梁的两端部的上侧分别设置有挡板，在第二承重主梁的两端部的上侧分别设置有所述挡板。

8.如权利要求7所述的一种桥式起重机试验台，其特征在于，所述第一承重主梁和所述第二承重主梁的端部之间分别对应设置有垂直于所述承重主梁的第一纵向梁和第二纵向梁；所述第一纵向梁与所述差动驱动系统位于所述承重主梁的同一侧，所述第一纵向梁的上侧沿垂直于所述承重主梁的方向设置有第一导向滑轮和第二导向滑轮，所述第二纵向梁的上侧设置有第三导向滑轮；

所述第一钢丝绳的一端经所述第一导向滑轮后，依次绕过所述第一滑轮和第一吊钩滑轮，并固定于所述第一纵梁与所述第二纵梁之间的一纵梁上；所述第二钢丝绳的一端经所述第二导向滑轮和第三导向滑轮后，以及绕过所述第二滑轮和第二吊钩滑轮，并固定于所述第一纵梁与所述第二纵梁之间的一纵梁上。

9.如权利要求1所述的一种桥式起重机试验台的差动驱动方法，其特征在于，三台制动电机的第二制动电机处于制动状态，三台制动电机中的第一制动电机和第三制动电机处于运转状态，则所述试验台处于电差动驱动状态，

所述第一制动电机驱动所述第一卷筒转动，所述第三制动电机驱动所述第二卷筒转动，且所述第一卷筒与所述第二卷筒以相同的转速同时收绳或同时放绳，实现吊装物品的竖直运动；

或，所述第一制动电机驱动所述第一卷筒转动，所述第三制动电机驱动所述第二卷筒以与所述第一卷筒相同的转速转动，且所述第一卷筒和所述第二卷筒中的任一个卷筒收绳，另一卷筒放绳，实现吊装物品的水平移动；

或，所述第一制动电机驱动所述第一卷筒转动，所述第三制动电机驱动所述第二卷筒以与所述第一卷筒不同的转速转动，且所述第一卷筒和所述第二卷筒中的任一个卷筒收绳或放绳，另一卷筒收绳或放绳，实现吊装物品在竖直方向和水平方向的联动。

10.如权利要求1所述的一种桥式起重机试验台的差动驱动方法，其特征在于，当三台制动电机均为运转状态时，所述试验台处于机械驱动状态，

三台制动电机中的第二制动电机的转速为零，三台制动电机中的第一制动电机驱动所述第一卷筒转动，三台制动电机中的第三制动电机驱动所述第二卷筒转动，且所述第一卷筒与所述第二卷筒以相同的转速同时收绳或同时放绳，实现吊装物品的竖直运动；

或，所述第一制动电机和所述第三制动电机的转速均为零，所述第二制动电机驱动所述第一卷筒和所述第二卷筒以相同的转速转动，且所述第一卷筒和所述第二卷筒中的任一个卷筒收绳，另一卷筒放绳，实现吊装物品的水平移动；

或，当所述第一制动电机与所述第三制动电机转速相同，且所述第二制动电机的转速不为零，驱动所述第一卷筒和所述第二卷筒以不同的转速转动，所述第一卷筒和所述第二卷筒中的任一个卷筒收绳，另一卷筒放绳，将实现吊装物品在竖直方向和水平方向的联动。

一种差动驱动桥式起重机试验台及其差动驱动方法

技术领域

[0001] 本发明涉及起重器械，更具体地，涉及一种差动驱动桥式起重机试验台及其差动驱动方法。

背景技术

[0002] 桥式起重机广泛应用于钢铁、冶金、交通运输、能源、化工、机械、轻工、环保、水利等国民经济的各行各业，只要有车间、有仓库、有堆场就必然看到桥式起重机。

[0003] 而传统桥式起重机小车结构型式基本都是自行式小车且起升机构驱动装置安装在小车上，主梁作为小车的承载结构，势必要增加厚度，相应地重量就会增加，从而使整机重量上升，大车轮压增大，设备和厂房工程造价提高。并且载荷集中在小车上，在振动冲击下，机械及电气设备故障率高。

[0004] 如公开号为CN105384079A的中国专利申请，其公开了一种差动式轨道集装箱起重机。其包括门架结构、用于移动集装箱的小车以及驱动小车行走的驱动机构，驱动机构设置在门架结构上并且不设置在小车上，驱动机构含有八个具有两个自由度的差动减速箱，采用同一组钢丝绳实现集装箱起升和小车行走，即：每个差动减速箱分别与对应的钢绳卷筒相连，驱动八根钢丝绳实现集装箱的起升、下降或倾转调整(第一个自由度)，八根钢丝绳同时以组合运动的方式牵引车行走(第二个自由度)。

[0005] 该结构能够有效减轻小车的活动荷载及其启动或制动惯量，进而改善结构自重和承载状况。但是，虽然轻量化一直是目前起重机发展的主要趋势，但对于桥式起重机，轻量化研究仅局限于主梁、小车车架等金属结构上的优化，通常会导致复杂的结构，且差动驱动的形式单一，或其转换方式复杂。

发明内容

[0006] 为克服上述问题或者至少部分地解决上述问题，本发明提供了一种差动驱动桥式起重机试验台及其差动驱动方法，可实现机械差动和电差动驱动运动，进行两种差动驱动方式的运动性能、力学性能、驱动功率能耗等方面的对比试验，为两种差动驱动方式的实际应用提供试验支撑。

[0007] 根据本发明的一个方面，提供一种差动驱动桥式起重机试验台，包括架设于桥架的承重主梁上的小车总成和吊挂于所述小车总成下方的吊钩总成，在所述桥架的一侧部布置有用于驱动所述小车总成和所述吊钩总成运行的差动驱动系统；

[0008] 所述差动驱动系统包括行星齿轮差动减速器以及与所述行星齿轮差动减速器连接、且位于所述行星齿轮差动减速器同一侧的第一卷筒和第二卷筒，所述行星齿轮差动减速器的另一侧连接有三台用于驱动所述第一卷筒和第二卷筒转动的制动电机，所述第一卷筒上卷绕有第一钢丝绳，所述第二卷筒上卷绕有第二钢丝绳，所述第一钢丝绳和第二钢丝绳均依次与所述小车总成和吊钩总成相连。

[0009] 进一步地，所述小车总成包括位于所述承重主梁上方的小车车架、安装于所述小

车车架上的滑轮组件和小车行走轮组件，所述滑轮组件包括用于导向钢丝绳走向的第一滑轮和第二滑轮，所述小车行走轮组件包括用于沿所述承重主梁移动位置的四个小车行走轮。

[0010] 进一步地，所述小车车架包括位于所述承重主梁上方、且与所述承重主梁平行的第一横梁和第二横梁；

[0011] 所述第一横梁的两个端部的下侧均对应固定有所述小车行走轮，所述第二横梁的两个端部的下侧均对应固定有所述小车行走轮，所述小车行走轮位于所述承重主梁上方，且所述小车行走轮的中心轴上连接有第一编码器；

[0012] 所述第一横梁的两个端部的侧方均对应设置有缓冲器，两个所述缓冲器与所述第一横梁沿所述第一横梁的长度方向在同一直线上；所述第二横梁的两个端部的侧方均对应设置有缓冲器，两个所述缓冲器与所述第二横梁沿所述第二横梁的长度方向在同一直线上。

[0013] 进一步地，所述第一横梁与所述第二横梁之间设置多根纵梁，所述多根纵梁中的第一纵梁的一侧部固定设置所述第一滑轮，所述第一滑轮的中心轴上连接有第二编码器；所述多根纵梁中的第二纵梁的一侧部固定设置所述第二滑轮，所述第二滑轮的中心轴上也连接有所述第二编码器；所述第一滑轮与所述第二滑轮位于同一竖直平面内，且所述第一滑轮与所述第二滑轮位于所述第一纵梁与第二纵梁之间。

[0014] 进一步地，所述吊钩总成包括位于所述第一滑轮与所述第二滑轮正下方的第一吊钩滑轮和第二吊钩滑轮，所述第一吊钩滑轮和所述第二吊钩滑轮沿所述承重主梁的长度方向排列设置。

[0015] 进一步地，所述第一吊钩滑轮通过第一固定轴与第一吊钩架和第二吊钩架固定，所述第二吊钩滑轮通过第二固定轴与所述第一吊钩架和所述第二吊钩架固定，所述第一吊钩架和所述第二吊钩架位于所述第一吊钩滑轮/第二吊钩滑轮的两侧，且与所述第一固定轴/第二固定轴垂直；

[0016] 所述第一吊钩架的下端部与所述第二吊钩架的下端部之间设置第三固定轴，所述第三固定轴上吊挂有吊钩。

[0017] 进一步地，所述承重主梁包括第一承重主梁和第二承重主梁，所述第一承重主梁和所述第二承重主梁的上侧均焊接有钢轨，所述小车行走轮位于所述钢轨上方且与所述钢轨接触；在第一承重主梁的两端部的上侧分别设置有挡板，在第二承重主梁的两端部的上侧分别设置有所述挡板。

[0018] 进一步地，所述第一承重主梁和所述第二承重主梁的端部之间分别对应设置有垂直于所述承重主梁的第一纵向梁和第二纵向梁；所述第一纵向梁与所述差动驱动系统位于所述承重主梁的同一侧，所述第一纵向梁的上侧沿垂直于所述承重主梁的方向设置有第一导向滑轮和第二导向滑轮，所述第二纵向梁的上侧设置有第三导向滑轮；

[0019] 所述第一钢丝绳的一端经所述第一导向滑轮后，依次绕过所述第一滑轮和第一吊钩滑轮，并固定于所述第一纵梁与所述第二纵梁之间的一纵梁上；所述第二钢丝绳的一端经所述第二导向滑轮和第三导向滑轮后，以及绕过所述第二滑轮和第二吊钩滑轮，并固定于所述第一纵梁与所述第二纵梁之间的一纵梁上。

[0020] 根据本发明的另一个方面，还提供一种桥式起重机试验台的差动驱动方法，三台

制动电机的第二制动电机处于制动状态，三台制动电机中的第一制动电机和第三制动电机处于运转状态，则所述试验台处于电差动驱动状态，

[0021] 所述第一制动电机驱动所述第一卷筒转动，所述第三制动电机驱动所述第二卷筒转动，且所述第一卷筒与所述第二卷筒以相同的转速同时收绳或同时放绳，实现吊装物品的竖直运动；

[0022] 或，所述第一制动电机驱动所述第一卷筒转动，所述第三制动电机驱动所述第二卷筒以与所述第一卷筒相同的转速转动，且所述第一卷筒和所述第二卷筒中的任一个卷筒收绳，另一卷筒放绳，实现吊装物品的水平移动；

[0023] 或，所述第一制动电机驱动所述第一卷筒转动，所述第三制动电机驱动所述第二卷筒以与所述第一卷筒不同的转速转动，且所述第一卷筒和所述第二卷筒中的任一个卷筒收绳或放绳，另一卷筒收绳或放绳，实现吊装物品在竖直方向和水平方向的联动。

[0024] 根据本发明的另一个方面，还提供一种桥式起重机试验台的差动驱动方法，当三台制动电机均为运转状态时，所述试验台处于机械驱动状态，

[0025] 三台制动电机中的第二制动电机的转速为零，三台制动电机中的第一制动电机驱动所述第一卷筒转动，三台制动电机中的第三制动电机驱动所述第二卷筒转动，且所述第一卷筒与所述第二卷筒以相同的转速同时收绳或同时放绳，实现吊装物品的竖直运动；

[0026] 或，所述第一制动电机和所述第三制动电机的转速均为零，所述第二制动电机驱动所述第一卷筒和所述第二卷筒以相同的转速转动，且所述第一卷筒和所述第二卷筒中的任一个卷筒收绳，另一卷筒放绳，实现吊装物品的水平移动；

[0027] 或，当所述第一制动电机与所述第三制动电机转速相同，且所述第二制动电机的转速不为零，驱动所述第一卷筒和所述第二卷筒以不同的转速转动，所述第一卷筒和所述第二卷筒中的任一个卷筒收绳，另一卷筒放绳，将实现吊装物品在竖直方向和水平方向的联动。

[0028] 本发明的有益效果主要体现在如下方面：

[0029] (1)将用于驱动小车总成和吊钩总成的差动驱动系统设置在桥架的侧部，能够有效减轻桥架顶部的承重；同时，差动驱动系统采用三台与行星齿轮差动减速器连接的制动电机驱动第一卷筒和第二卷筒运转，通过三台制动电机与行星齿轮差动减速器的协同作用，能够使第一卷筒和第二卷筒具有不同的运行状态，从而实现小车总成和吊钩总成在竖直方向和/或水平方向的位置变化，以带动被吊装物品在竖直方向和/或水平方向的位置变化；同时，通过三台制动电机中位于中间的制动电机的启/制动状态的调控，实现电差动驱动和机械差动驱动的调控，且结构简单，易于调控；

[0030] (2)对试验台的电差动驱动和机械差动驱动进行切换的调控方式简单、易于实现。

附图说明

[0031] 图1为根据本发明实施例中一种差动驱动桥式起重机试验台的正视图；

[0032] 图2为根据本发明实施例中一种差动驱动桥式起重机试验台的侧视图；

[0033] 图3为根据本发明实施例中一种差动驱动桥式起重机试验台的差动驱动系统的结构示意图；

[0034] 图4为根据本发明实施例中一种差动驱动桥式起重机试验台的行星齿轮差动减速

器的侧视图；

[0035] 图5为根据本发明实施例中一种差动驱动桥式起重机试验台的小车总成的结构示意图；

[0036] 图6为根据本发明实施例中一种差动驱动桥式起重机试验台的小车总成的俯视图；

[0037] 图7为根据本发明实施例中一种差动驱动桥式起重机试验台的吊钩总成的结构示意图；

[0038] 图8为根据本发明实施例中一种差动驱动桥式起重机试验台的吊钩总成的侧视图；

[0039] 图9为根据本发明实施例中一种差动驱动桥式起重机试验台的桥架的结构示意图；

[0040] 图10为根据本发明实施例中一种差动驱动桥式起重机试验台的桥架的俯视图；

[0041] 图11为根据本发明实施例中一种差动驱动桥式起重机试验台的钢丝绳绕向示意图。

具体实施方式

[0042] 下面结合附图和实施例，对本发明的具体实施方式作进一步详细描述。以下实施例用于说明本发明，但不用来限制本发明的范围。

[0043] 参见图1所示，一种差动驱动桥式起重机试验台，包括桥架2、行走机构和差动驱动系统6。行走机构架设于桥架2的承重主梁10上，差动驱动系统6布置在桥架2的侧部。行走机构包括小车总成5和吊钩总成4。

[0044] 差动驱动系统6布置在桥架2的侧部，避免差动驱动系统6与行走机构一起设置于桥架2的顶部而增加承重主梁10顶部的承重。差动驱动系统6的控制系统采用常规控制方式即可，例如其可由电控系统7控制。

[0045] 进一步地，参见图2所示，差动驱动系统6包括行星齿轮差动减速器18、第一卷筒16和第二卷筒17，以及三台用于驱动第一卷筒16和第二卷筒17转动的制动电机。第一卷筒16和第二卷筒17位于行星齿轮差动减速器18的同一侧，三台制动电机位于行星齿轮差动减速器18的另一侧。

[0046] 在第一卷筒16上卷绕有第一钢丝绳33，在第二卷筒17上卷绕有第二钢丝绳29，第一钢丝绳33与第二钢丝绳29均与小车总成5相连，同时，吊钩总成4通过第一钢丝绳33与第二钢丝绳29吊挂于小车总成5的下方。在吊钩总成4的下端吊挂待吊装物品3。

[0047] 差动驱动系统6与行走机构之间通过钢丝绳连接。差动驱动系统6运转以牵引钢丝绳的收/放动作，从而使钢丝绳带动行走机构动作，使行走机构能够带动其下方的吊装物品3相对于地面在竖直方向升降和/或在水平方向上移动位置。

[0048] 具体地，采用三台制动电机与行星齿轮差动减速器18连接以协同控制第一卷筒16和第二卷筒17的运转方式，能够实现第一卷筒16和第二卷筒17以相同或不同的速度进行收绳或放绳的动作，从而实现一套差动驱动系统6即能够驱动行走机构带动其下方的吊装物品3在竖直方向的升降和/或水平方向的移动。

[0049] 参见图3所示，与行星齿轮差动减速器18连接的三台制动电机，可以是第一制动电

机19、第二制动电机20和第三制动电机21三台带制动器的伺服电机。第一制动电机19对应第一卷筒16安装，第三制动电机21对应第二卷筒17安装，第二制动电机20位于第一制动电机19和第三制动电机21之间，三台制动电机并列设置，且均与行星齿轮差动减速器18相连。

[0050] 在卷筒和三台制动电机之间设置有行星齿轮差动减速器18，从而能够更准确、更便捷的控制卷筒的转速，进而调控第一钢丝绳33、第二钢丝绳29对行走机构的牵引速度。三台制动电机经过行星齿轮差动减速器18将扭矩传递给第一卷筒16和第二卷筒17，通过控制各制动电机转速可实现差动驱动。其中，通过控制第二制动电机20的启/制动与否来切换机械差动和电差动驱动试验。

[0051] 具体地，参见图4所示，行星齿轮差动减速器18可采用如图4的减速器结构，也可采用其他减速器结构，只要能够满足三台制动电机协同动作以实现电差动驱动或机械差动驱动的目的即可。当进行电差动驱动时，第二制动电机20处于制动状态，不参与工作。第一制动电机19和第三制动电机21的运动将互不影响，第一卷筒16和第二卷筒17相互独立运动。

[0052] 当第一制动电机19驱动第一卷筒16以某一转速收绳/放绳时。第三制动电机21驱动第二卷筒17以与第一卷筒16相同的转速收绳/放绳，将实现起升或下降吊装物品3的功能。例如，第一卷筒16和第二卷筒17以相同的转速收绳，使吊钩总成4的高度升高，从而带动吊装物品3上升；第一卷筒16和第二卷筒17以相同的转速放绳，使吊钩总成4的高度下降，从而带动吊装物品3下降。此时，在上升或下降过程中，吊装物品3都不会发生水平方向的位置移动。

[0053] 当第一制动电机19驱动第一卷筒16以某一转速转动，第三制动电机21驱动第二卷筒17以与第一卷筒16相同的转速转动，并且一个卷筒收绳，而另一个放绳，将实现水平移动吊装物品3的功能。例如，第一卷筒16以某一转速收绳，而第二卷筒17以与第一卷筒16相同的转速放绳；或者，第一卷筒16以某一转速放绳，而第二卷筒17以与第一卷筒16相同的转速收绳，能够带动小车总成5在水平方向移动位置，从而带动吊装物品3发生水平方向的位置移动，但不会改变高度位置。

[0054] 当第一卷筒16和第二卷筒17的转速或收放绳状态不一致时，将实现升降和行走的联动功能。例如，第一卷筒16以某一转速收绳，第二卷筒17以小于或大于第一卷筒16的转速放绳；或者，第一卷筒16以某一转速放绳，第二卷筒17以小于或大于第一卷筒16的转速收绳，能够使小车总成5在水平方向发生位移变化，同时使吊钩总成4的高度位置发生变化，则吊装物品3能够同时改变在竖直方向和水平方向的位置。

[0055] 具体地，当进行机械差动驱动时，第一制动电机19、第二制动电机20和第三制动电机21均处于工作状态，第一制动电机19、第二制动电机20和第三制动电机21相互配合，以控制第一卷筒16和第二卷筒17的转动状态。

[0056] 当第二制动电机20的转速为零，而第一制动电机19驱动第一卷筒16以某一转速收绳/放绳，第三制动电机21驱动第二卷筒17以与第一卷筒16相同的转速收绳/放绳时，实现吊装物品3的上升或下降。例如，第二制动电机20的转速为零，第一卷筒16和第二卷筒17以相同的转速收绳，使吊钩总成4的高度升高，则吊装物品3上升；第一卷筒16和第二卷筒17以相同的转速放绳，使吊钩总成4的高度下降，则吊装物品3下降。此时，在上升或下降过程中，吊装物品3都不会发生水平方向的位置移动。

[0057] 当第一制动电机19和第三制动电机21的转速均为零，而第二制动电机20处于工作

状态。通过行星齿轮差动减速器18，第二制动电机20驱动第一卷筒16和第二卷筒17以相同的转速，使第一卷筒16和第二卷筒17两个卷筒中的一个卷筒收绳而另一个卷筒放绳。例如，第一卷筒16放绳而第二卷筒17收绳；或第一卷筒16收绳而第二卷筒17放绳，通过控制第二制动电机20的转速和转向可以实现小车总成5在桥架2上以不同的速度和方向移动，从而带动吊装物品3进行单独水平移动。

[0058] 当第一制动电机19、第二制动电机20和第三制动电机21均参与工作，第一制动电机19和第三制动电机21的转速大小相同，且第一制动电机19和第三制动电机21同时驱动两个卷筒收绳/放绳。由于第二制动电机20的参与以及行星齿轮差动减速器18的差动功能，促使第一卷筒16和第二卷筒17以不同的转速收绳/放绳，实现同时升降和水平移动的联动运动功能。

[0059] 可以理解的是，第一卷筒16和第二卷筒17在三台制动电机的协同作用下，能够具有收绳或放绳的不同状态，该不同状态通过调整对应的电机的运转方向即可实现。

[0060] 在一个具体的实施例中，所述行走机构包括可移动连接于所述桥架顶部的小车总成；所述小车总成5包括位于所述承重主梁10上方的小车车架23、安装于所述小车车架23上的滑轮组件和小车行走轮组件，所述滑轮组件包括和用于导向钢丝绳走向的第一滑轮24-1和第二滑轮24-2，所述小车行走轮组件包括用于沿所述承重主梁10移动位置的四个小车行走轮22。

[0061] 具体地，参见图5所示，小车总成5可沿桥架2的承重主梁10移动而改变位置。小车总成5包括小车车架23、滑轮组件和小车行走轮组件。小车车架23可移动的连接于桥架1的顶部；滑轮组件和小车行走轮组件均安装在小车车架23上。

[0062] 具体地，滑轮组件包括第一滑轮24-1和第二滑轮24-2。第一滑轮24-1和第二滑轮24-2用于导向钢丝绳的走向，使差动驱动系统6与行走机构的连接方式更便于钢丝绳牵引行走机构的运作；小车行走轮组件包括四个小车行走轮22，用于沿承重主梁10滚动/滑动以带动行走机构在水平方向上发生位移。

[0063] 在另一个具体的实施例中，所述小车车架包括位于所述承重主梁10上方、且与所述承重主梁10平行的第一横梁和第二横梁；所述第一横梁的两端部的下侧固定有所述小车行走轮，所述第二横梁的两端部的下侧固定有所述小车行走轮，所述小车行走轮位于所述承重主梁10上方。

[0064] 具体地，参见图6所示，小车车架23包括位于承重主梁10上方的第一横梁23-1和第二横梁23-2，该第一横梁23-1和第二横梁23-2分别与承重主梁10的长度方向平行。在第一横梁23-1的两个端部的下侧分别固定设置有一个小车行走轮22，在第二横梁23-2的两个端部的下侧也同样分别固定设置有一个小车行走轮22。

[0065] 各小车行走轮22均位于承重主梁10的上方，并且，每个小车行走轮22的中心轴上都连接有第一编码器。当钢丝绳牵引行走机构在水平方向移动位置时，小车行走轮22即沿承重主梁10滚动/滑动从而使行走机构发生水平方向的位移。同时，第一编码器的设置，能够实时监测小车行走轮22的转速，以满足试验需求。

[0066] 进一步地，在第一横梁23-1的两个端部各设置有一个缓冲器25，缓冲器25对应设置在第一横梁23-1端部的侧面，使两个缓冲器25与第一横梁23-1在同一直线上。在第二横梁23-2的两个端部各设置有一个缓冲器25，缓冲器25对应设置在第二横梁23-2端部的侧

面，使两个缓冲器25与第二横梁23-2在同一直线上。在第一横梁23-1和第二横梁23-2的端部对应设置缓冲器25，能够减缓小车总成5在移动过程中与其他物体碰撞的冲力，从而增强小车总成运行的平稳性。

[0067] 在另一个具体的实施例中，所述第一横梁23-1与所述第二横梁23-2之间设置多根纵梁，所述多根纵梁中的第一纵梁23-3的一侧部固定所述第一滑轮24-1，所述多根纵梁中的第二纵梁23-4的一侧部固定所述第二滑轮24-2，所述第一滑轮24-1与所述第二滑轮24-2位于同一竖直平面内，且位于所述第一纵梁23-3与所述第二纵梁23-4之间。

[0068] 具体地，参见图6所示，小车车架23还包括多根纵梁，多根纵梁设置在第一横梁23-1和第二横梁23-2之间。多根纵梁可相互平行设置，多根纵梁与第一横梁23-1和第二横梁23-2之间焊接固定，以使小车车架23形成稳定的框架结构，同时便于安装第一滑轮24-1和第二滑轮24-2。第一纵梁23-3和第二纵梁23-4属于多根纵梁中两根设置在不同位置的纵梁。

[0069] 在第一纵梁23-3的一侧部固定第一滑轮24-1，在第二纵梁24-4的一侧部固定第二滑轮24-2，且第一滑轮24-1的中心轴上连接有第二编码器32，第二滑轮24-2的中心轴上也连接有第二编码器32。并且，第一滑轮24-1和第二滑轮24-2位于第一纵梁23-3和第二纵梁23-4之间。第二编码器32的设置，能够实时监测对应滑轮的转速，以满足试验需求。

[0070] 在另一个具体的实施例中，参见图7所示，所述小车总成5的下方吊挂有吊钩总成4；所述吊钩总成包括位于所述第一滑轮24-1与所述第二滑轮24-2正下方的第一吊钩滑轮26-1和第二吊钩滑轮26-2，所述第一吊钩滑轮26-1和所述第二吊钩滑轮26-2沿所述承重主梁10的长度方向排列设置。具体地，在小车总成5的下方吊挂有吊钩总成4。吊钩总成4由钢丝绳吊挂在小车总成的下方，用于吊挂物品。吊钩总成4采用两个吊钩滑轮组合的形式，用于吊挂物品，增强吊钩总成4的稳定性，同时能够配合吊钩总成4与差动驱动系统的连接，以实现试验台能够实施电差动或机械差动驱动行走机构的目的。

[0071] 在另一个具体的实施例中，参见图8所示，所述第一吊钩滑轮26-1通过第一固定轴与第一吊钩架27-1和第二吊钩架27-2固定，所述第二吊钩滑轮26-2通过第二固定轴与所述第一吊钩架27-1和所述第二吊钩架27-2固定，所述第一吊钩架27-1和所述第二吊钩架27-2位于所述第一吊钩滑轮26-1/第二吊钩滑轮26-2的两侧，且与所述第一固定轴/第二固定轴垂直；所述第一吊钩架27-1的下端部与所述第二吊钩架27-2的下端部之间设置第三固定轴，所述第三固定轴上吊挂有吊钩28。具体地，第一吊钩滑轮26-1与第二吊钩滑轮26-2采用两个吊钩架以及两个固定轴进行连接固定的方式，能够增强吊钩总成的稳定性。

[0072] 在另一个具体的实施例中，参见图9和图10所示，承重主梁10包括第一承重主梁10-1和第二承重主梁10-2，第一承重主梁10-1和第二承重主梁10-2的上侧均焊接有钢轨11，所述小车行走轮22位于所述钢轨11上方且与所述钢轨11接触。具体地，采用两根承重主梁，能够增强桥架2本身的稳定性，同时，也能够与小车车架23相适应，使小车车架23的第一横梁23-1位于第一承重主梁10-1的上方，从而使第一横梁23-1下侧固定的小车行走轮22在第一承重主梁10-1上侧设置的钢轨11上行走；同样，第二横梁23-2位于第二承重主梁10-2的上方，使第二横梁23-2下侧固定的小车行走轮22在第二承重主梁10-2上侧设置的钢轨11上行走。可以理解的是，在两根承重主梁的下侧采用多根立柱13支撑。同时，在立柱13的底部可安装支座14，差动驱动系统6即可安装于该一个或多个支座14上。

[0073] 进一步地，在第一承重主梁10-1的两端部的上侧分别设置有挡板12，在第二承重主梁10-2的两端部的上侧分别设置有所述挡板12。在第一承重主梁10-1的两个端部各对应设置一个挡板12，在第二承重主梁10-2的两个端部各对应设置一个挡板12。即在第一承重主梁10-1的上侧和第二承重主梁10-2的上侧均设置有两个挡板12。

[0074] 由于第一横梁23-1和第二横梁23-2分别在第一承重主梁和第二承重主梁10-2上侧行走，设置在第一承重主梁/第二承重主梁10-2端部的上侧的挡板12与第一横梁23-1/第二横梁23-2的端部设置的缓冲器25位置对应。行走机构在水平移动位置时，当行走机构行走至承重主梁的端部，挡板12能够避免行走机构滑脱到钢轨11以外的位置，从而保证试验台的安全运行。同时，缓冲器的设置，能够减缓行走机构与挡板12撞击时的冲击。

[0075] 在另一个具体的实施例中，参见图10所示，在第一承重主梁10-1与第二承重主梁10-2之间设置有第一端梁15-1和第二端梁15-2。第一端梁15-1和第二端梁15-2均垂直于第一承重主梁10-1/第二承重主梁10-2，第一端梁15-1位于第一承重主梁10-1与第二承重主梁10-2的位于同一侧的端部之间，第二端梁15-2位于第一承重主梁10-1与第二承重主梁10-2的位于另一侧的端部之间。第一承重主梁10-1、第二承重主梁10-2、第一端梁15-1和第二端梁15-2之间通过焊接、螺接或铆接固定，形成矩形框结构。

[0076] 进一步地，第一端梁15-1与差动驱动系统6位于承重主梁10的同一侧，在第一端梁15-1的上侧固定有第一导向滑轮31和第二导向滑轮30，在第二端梁15-2的上侧固定有第三导向滑轮1。

[0077] 参见图11所示，具体地，用于连接差动驱动系统6与行走机构的钢丝绳包括第一钢丝绳33和第二钢丝绳29。第一钢丝绳33一端缠绕于第一卷筒16上，第一钢丝绳33的另一端向上延伸，绕过第一导向滑轮31后，沿第一承重主梁10-1的长度方向延伸；并绕过第一滑轮24-1后，再向下延伸；然后，呈U型绕过第一吊钩滑轮26-1后，向上延伸，并固定于小车车架23的一根纵梁上，且该纵梁位于第一纵梁23-3和第二纵梁23-4之间。

[0078] 具体地，第二钢丝绳29一端缠绕于第二卷筒17上，第二钢丝绳29的另一端向上延伸，绕过第二导向滑轮30后，沿承重主梁10的长度方向延伸；呈U型绕过第三导向滑轮1后，再沿承重主梁10的长度方向返回；绕过第二滑轮24-2后，向下延伸；然后，呈U型绕过第二吊钩滑轮26-2后，向上延伸，并固定于小车车架23的一根纵梁上，该纵梁位于第一纵梁23-3和第二纵梁23-4之间。

[0079] 用于固定第一钢丝绳33和第二钢丝绳29端部的纵梁可以是同一根，也可以是不同的纵梁。具体地，用于固定第一钢丝绳33和第二钢丝绳29端部的纵梁位于第一纵梁23-3和第二纵梁23-4之间。

[0080] 第一钢丝绳33和第二钢丝绳29通过特定的方式与小车总成5、吊钩总成4连接，则在电差动驱动或机械差动驱动状态下，通过调控第一卷筒16和第二卷筒17的转速及收绳/放绳状态，以改变吊装物品3的位置。

[0081] 当第一卷筒16和第二卷筒17以相同的转速收绳时，吊钩总成4相对于小车总成5的距离缩小，吊钩总成4下方的吊装物品3上升。当第一卷筒16和第二卷筒17以相同的转速放绳时，吊钩总成4相对于小车总成5的距离增大，吊钩总成4下方的吊装物品3下降。

[0082] 当第一卷筒16收绳，第二卷筒17以与第一卷筒16相同的转速放绳时，小车总成5向靠近第一卷筒16的方向水平移动，从而带动吊装物品3向靠近第一卷筒的方向水平移动位

置;当第一卷筒16放绳,第二卷筒17以与第一卷筒16相同的速度收绳时,小车总成5向远离第一卷筒的方向水平移动,从而带动吊装物品3向远离第一卷筒的方向水平移动位置。

[0083] 当第一卷筒16收绳,第二卷筒17以小于第一卷筒16的转速放绳时,小车总成5向靠近第一卷筒16的方向水平移动,同时,吊钩总成4的高度上升,从而带动吊装物品3向靠近第一卷筒16的方向靠近且上升高度。当第一卷筒16收绳,第二卷筒17以大于第一卷筒16的转速放绳时,小车总成5向靠近第一卷筒16的方向水平移动,同时,吊钩总成4的高度下降,从而带动吊装物品3向靠近第一卷筒16的方向靠近且位置下降。

[0084] 当第一卷筒16放绳,第二卷筒17以小于第一卷筒16的转速收绳时,小车总成5向远离第一卷筒16的方向水平移动,同时,吊钩总成4的高度下降,从而带动吊装物品3远离第一卷筒16且位置下降。当第一卷筒16放绳,第二卷筒17以大于第一卷筒16的转速收绳时,小车总成5向远离第一卷筒16的方向水平移动,同时,吊钩总成4的高度上升,从而带动吊装物品3远离第一卷筒16且高度上升。

[0085] 在另一个具体的实施例中,在第一端梁15-1上设置有激光测距仪。在与差动驱动系统6位于同一侧的端梁上设置激光测距仪,以实时监测小车总成的位置。

[0086] 在另一个具体的实施例中,参见图2所示,在第一承重主梁10-1的两个端部设置有行程开关8,在第二承重主梁10-2的两个端部也设置有行程开关8,以限制小车总成5在承重主梁10上滚动的位置。具体地,每一根承重主梁上的行程开关8位于该承重主梁上的两个挡板12之间。

[0087] 根据本发明还提供一种差动驱动桥式起重机试验台的差动驱动方法,三台制动电机的第二制动电机处于制动状态,三台制动电机中的第一制动电机和第三制动电机处于运转状态,则所述试验台处于电差动驱动状态,

[0088] 所述第一制动电机驱动所述第一卷筒转动,所述第三制动电机驱动所述第二卷筒转动,且所述第一卷筒与所述第二卷筒以相同的转速同时收绳或同时放绳,实现吊装物品3的竖直运动;

[0089] 或,所述第一制动电机驱动所述第一卷筒转动,所述第三制动电机驱动所述第二卷筒以与所述第一卷筒相同的转速转动,且所述第一卷筒和所述第二卷筒中的任一个卷筒收绳,另一卷筒放绳,实现吊装物品3的水平移动;

[0090] 或,所述第一制动电机驱动所述第一卷筒转动,所述第三制动电机驱动所述第二卷筒以与所述第一卷筒不同的转速转动,且所述第一卷筒和所述第二卷筒中的任一个卷筒收绳或放绳,另一卷筒收绳或放绳,实现吊装物品3在竖直方向和水平方向的联动。

[0091] 当进行电差动驱动时,第二制动电机20处于制动状态,不参与工作。第一制动电机19和第三制动电机21的运动将互不影响,第一卷筒16和第二卷筒17相互独立运动。

[0092] 当第一制动电机19驱动第一卷筒16以某一转速收绳/放绳时。第三制动电机21驱动第二卷筒17以与第一卷筒16相同的转速收绳/放绳,将实现起升或下降吊装物品3的功能。例如,第一卷筒16和第二卷筒17以相同的转速收绳,使吊钩总成4的高度升高,从而带动吊装物品3上升;第一卷筒16和第二卷筒17以相同的转速放绳,使吊钩总成4的高度下降,从而带动吊装物品3下降。此时,在上升或下降过程中,吊装物品3都不会发生水平方向的位置移动。

[0093] 当第一制动电机19驱动第一卷筒16以某一转速转动,第三制动电机21驱动第二卷

筒17以与第一卷筒16相同的转速转动，并且一个卷筒收绳，而另一个放绳，将实现水平移动吊装物品3的功能。例如，第一卷筒16以某一转速收绳，而第二卷筒17以与第一卷筒16相同的转速放绳，则可带动小车总成5向靠近第一卷筒的方向水平移动，从而带动吊装物品3向靠近第一卷筒16的方向水平移动位置。当第一卷筒16以某一转速放绳，而第二卷筒17以与第一卷筒16相同的转速收绳，则可带动小车总成5向远离第一卷筒16的方向水平移动，从而带动吊装物品3向远离第一卷筒16的方向水平移动位置。吊装物品3在不同方向的水平移动过程中，均不会改变高度位置。

[0094] 当第一卷筒16和第二卷筒17的转速或收放绳状态不一致时，将实现升降和行走的联动功能。例如，第一卷筒16以某一转速收绳，第二卷筒17以小于或大于第一卷筒16的转速收绳或放绳；或者，第一卷筒16以某一转速放绳，第二卷筒17以小于或大于第一卷筒16的转速收绳或放绳，能够使小车总成5在水平方向发生位移变化，同时使吊钩总成4的高度位置发生变化，则吊装物品3能够同时改变在竖直方向和水平方向的位置。

[0095] 根据本发明的另一个方面，还提供一种差动驱动桥式起重机试验台的差动驱动方法，当三台制动电机均为运转状态，所述试验台处于机械驱动转台，

[0096] 三台制动电机中的第二制动电机的转速为零，三台制动电机中的第一制动电机驱动所述第一卷筒转动，三台制动电机中的第三制动电机驱动所述第二卷筒转动，且所述第一卷筒与所述第二卷筒以相同的转速同时收绳或同时放绳，实现吊装物品3的升/降；

[0097] 或，所述第一制动电机和所述第三制动电机的转速均为零，所述第二制动电机驱动所述第一卷筒和所述第二卷筒以相同的转速转动，且所述第一卷筒和所述第二卷筒中的任一个卷筒收绳，另一卷筒放绳，实现吊装物品3的水平移动；

[0098] 或，当所述第一制动电机19与所述第三制动电机21转速相同，且所述第二制动电机的转速不为零，驱动所述第一卷筒16与所述第二卷筒17以不同的转速转动，经行星齿轮差动减速器18的行星齿轮差动传动后，将使所述第一卷筒和所述第二卷筒的其中一个卷筒转速增大，而另一个卷筒转速减小(两个卷筒的转速增大/减小的幅度相同)，即驱动所述第一卷筒和所述第二卷筒以不同的转速转动，将实现吊装物品3在竖直方向和水平方向的联动。

[0099] 具体地，当进行机械差动驱动时，第一制动电机19、第二制动电机20和第三制动电机21均处于工作状态，第一制动电机19、第二制动电机20和第三制动电机21相互配合，以控制第一卷筒16和第二卷筒17的转动状态。

[0100] 当第二制动电机20的转速为零，而第一制动电机19驱动第一卷筒16以某一转速收绳/放绳，第三制动电机21驱动第二卷筒17以与第一卷筒16相同的转速收绳/放绳时，实现吊装物品3的上升或下降。例如，第二制动电机20的转速为零，第一卷筒16和第二卷筒17以相同的转速收绳，使吊钩总成4的高度升高，则吊装物品3上升；第一卷筒16和第二卷筒17以相同的转速放绳，使吊钩总成4的高度下降，则吊装物品3下降。此时，在上升或下降过程中，吊装物品3都不会发生水平方向的位置移动。

[0101] 当第一制动电机19和第三制动电机21的转速均为零，而第二制动电机20处于工作状态。通过行星齿轮差动减速器18，第二制动电机20驱动第一卷筒16和第二卷筒17以相同的转速，使第一卷筒16和第二卷筒17两个卷筒中的一个卷筒收绳而另一个卷筒放绳。例如，第一卷筒16放绳而第二卷筒17收绳，则带动小车总成5向远离第一卷筒16的方向水平移动

位置，从而带动吊装物品3向远离第一卷筒16的方向水平移动位置。当第一卷筒16收绳而第二卷筒17放绳，则带动小车总成5向靠近第一卷筒16的方向水平移动位置，从而带动吊装物品3向靠近第一卷筒16的方向水平移动位置。通过控制第二制动电机20的转速和转向可以实现小车总成5在桥架2上以不同的速度和方向移动，从而带动吊装物品3进行单独水平移动。

[0102] 当第一制动电机19、第二制动电机20和第三制动电机21均参与工作，第一制动电机19和第三制动电机21的转速大小相同，且第一制动电机19和第三制动电机21同时驱动两个卷筒收绳/放绳，且第二制动电机20的转速不为零。由于第二制动电机20的参与以及行星齿轮差动减速器18的差动功能，促使第一卷筒16和第二卷筒17以不同的转速收绳/放绳，实现同时升降和水平移动的联动运动功能。

[0103] 可以理解的是，第一卷筒16和第二卷筒17在三台制动电机的协同作用下，能够具有收绳或放绳的不同状态，该不同状态通过调整对应的电机的运转方向即可实现。

[0104] 本发明的一种差动驱动桥式起重机试验台及其差动驱动方法，将驱动行走机构动作的差动驱动系统设置桥架2的侧部，能够减轻桥架2顶部承重主梁10的承重；差动驱动系统采用三台制动电机与行星齿轮差动减速器18相连，以驱动连接于行星轮差动减速器另一侧的两个卷筒以相同或不同的转速进行收绳/放绳的动作，从而实现行走机构下方的吊装物品3的竖直方向和/或水平方向的位置移动。同时，通过位于三台制动电机中间的第二制动电机的启/制动调控，实现对试验台电差动驱动状态和机械差动状态的切换。本发明的试验台结构简单，易于调控，且试验台运行平稳。

[0105] 最后，本发明的方法仅为较佳的实施方案，并非用于限定本发明的保护范围。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。

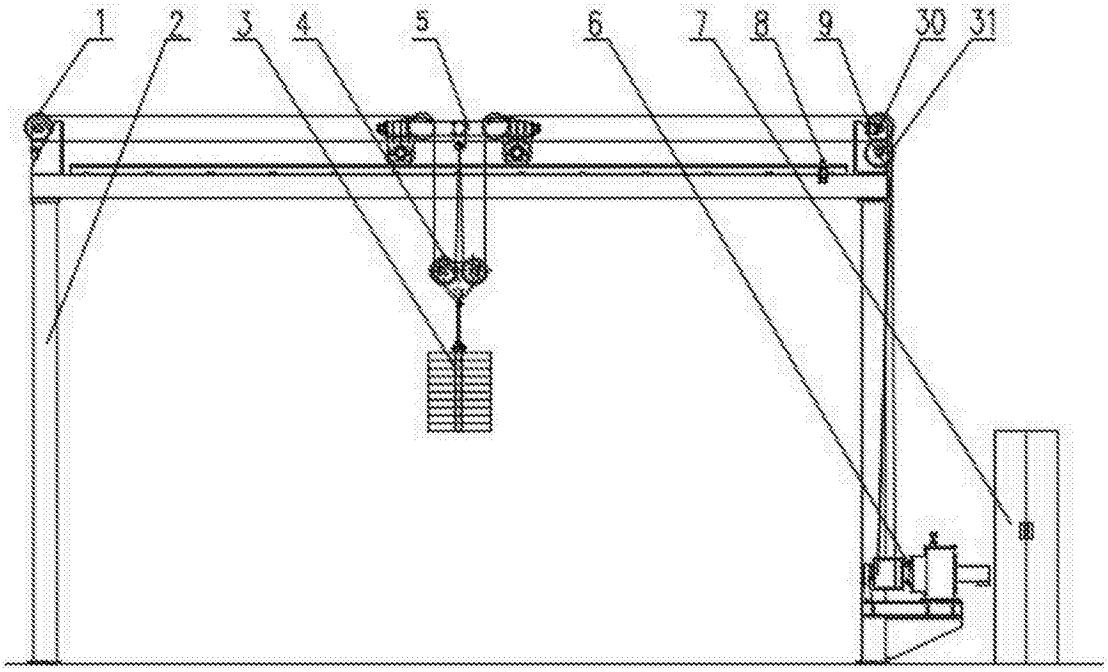


图1

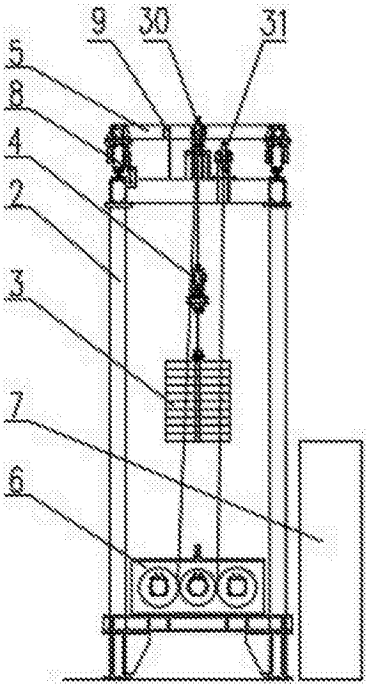


图2

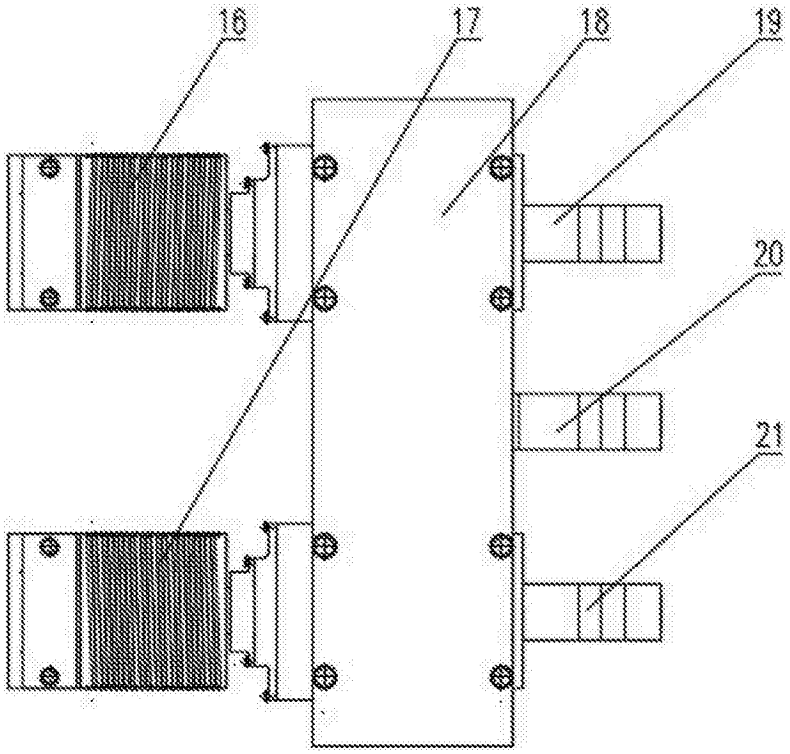


图3

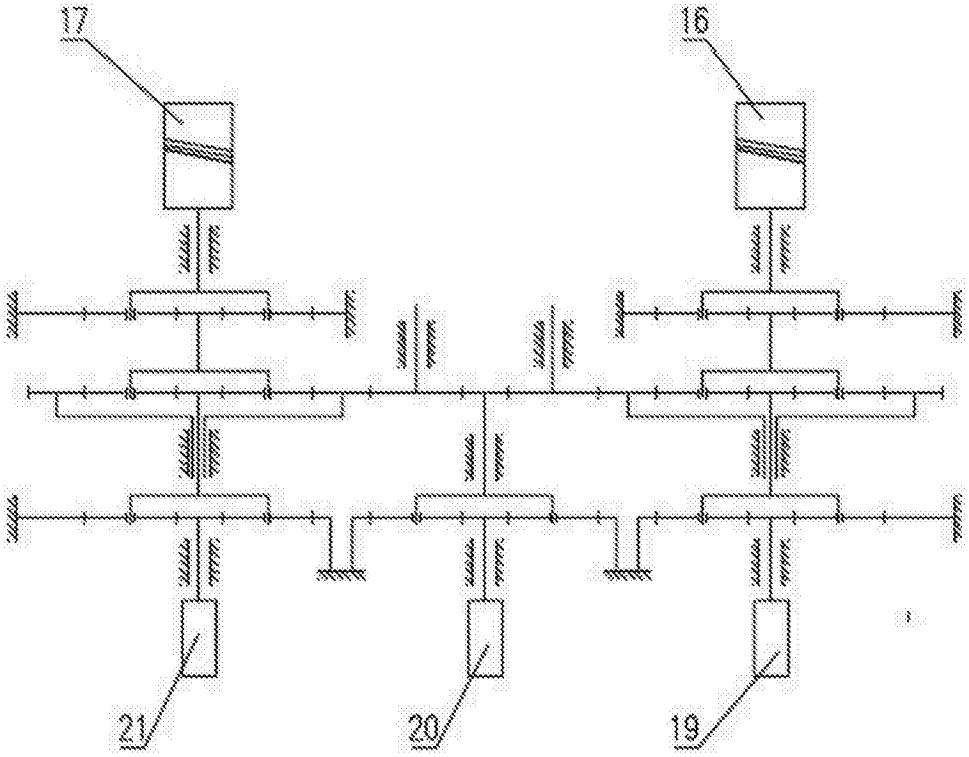


图4

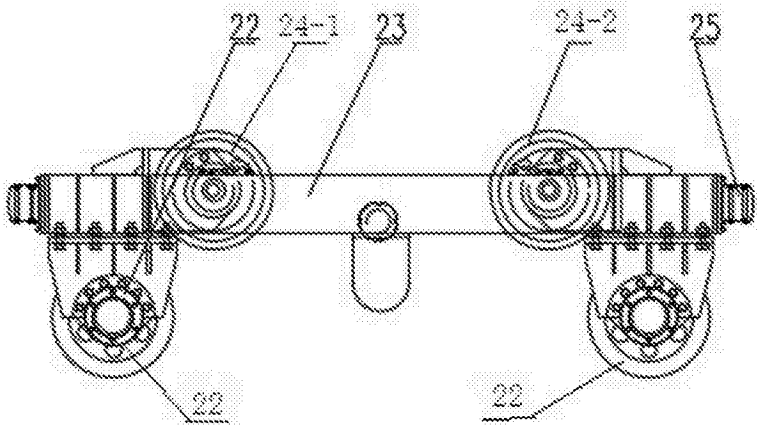


图5

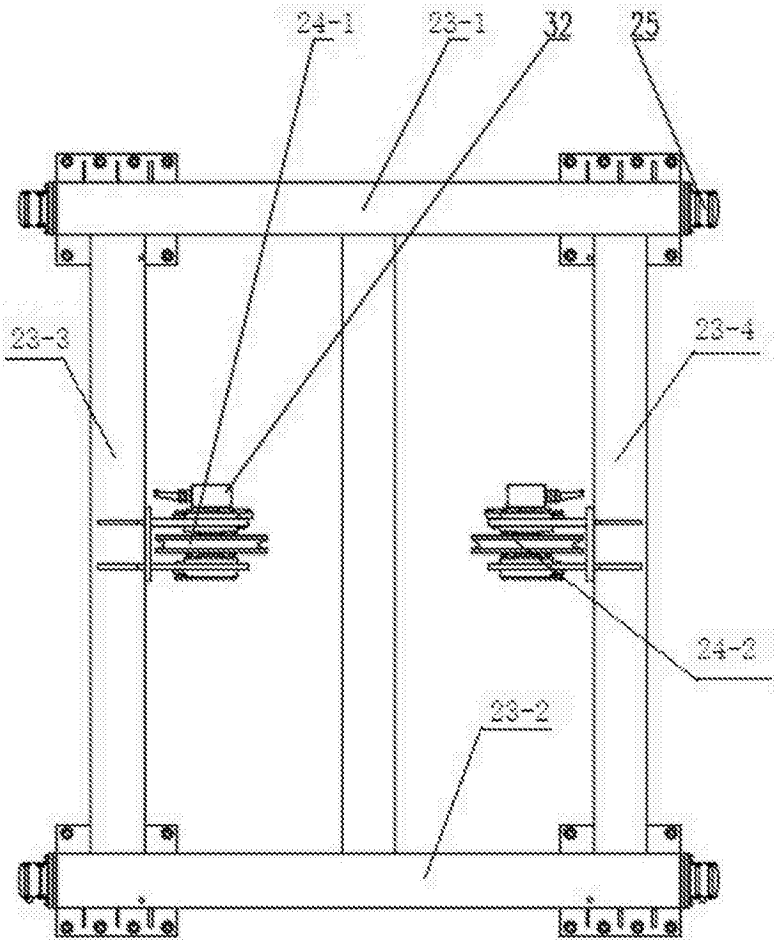


图6

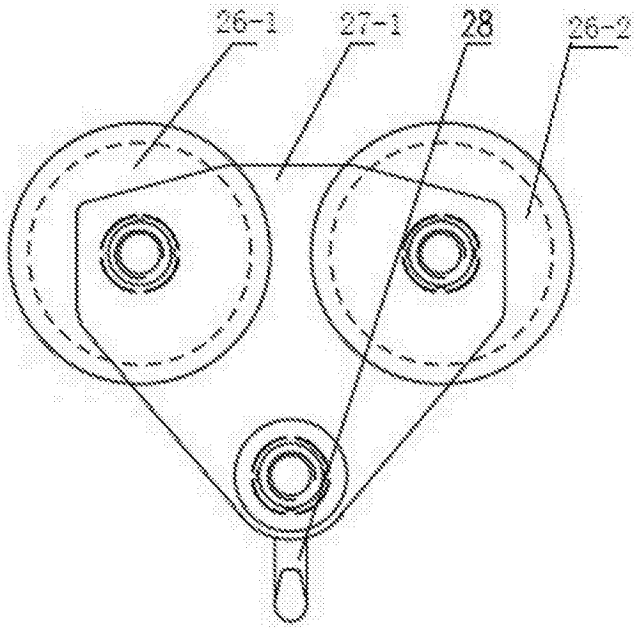


图7

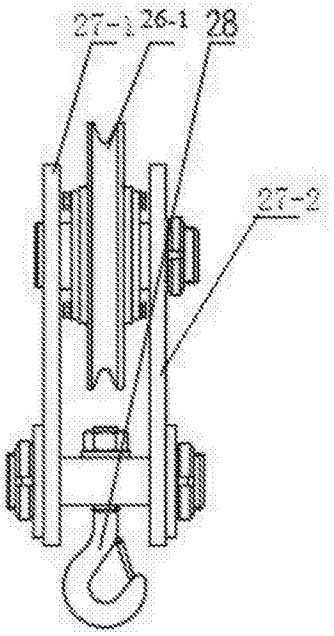


图8

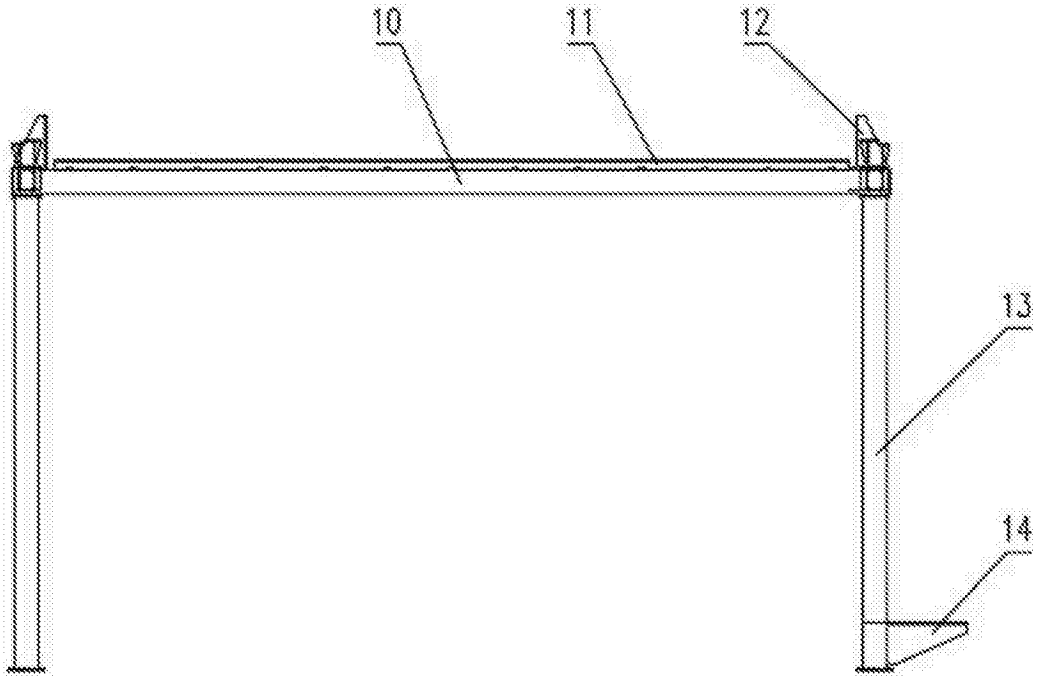


图9

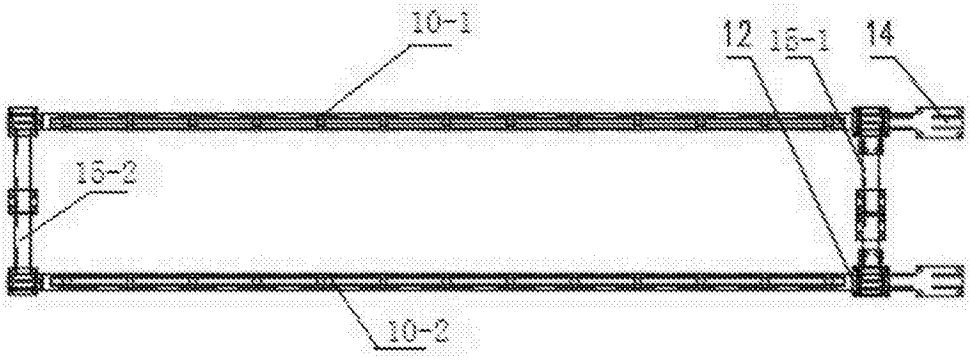


图10

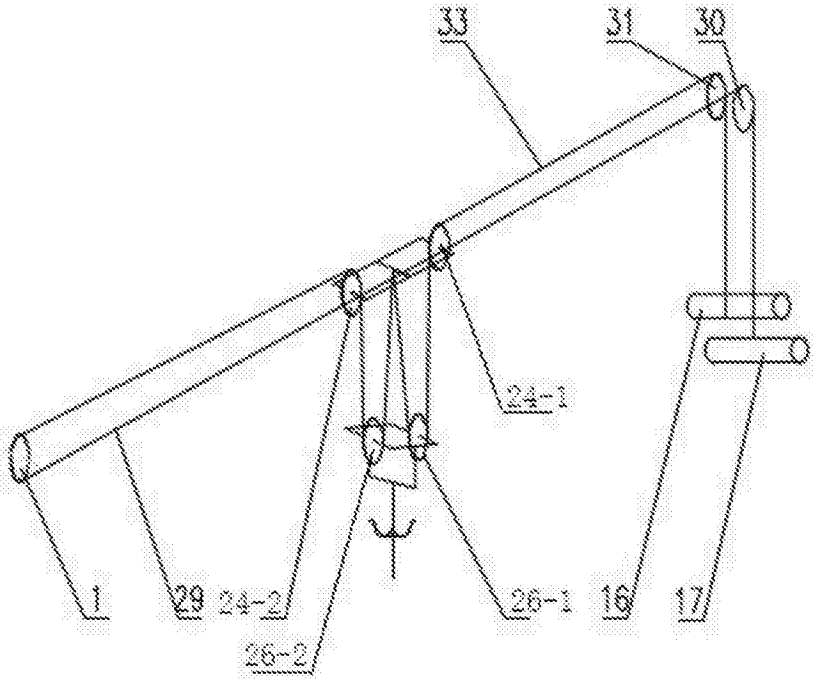


图11