



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106567720 A

(43)申请公布日 2017.04.19

(21)申请号 201610960264.0

(22)申请日 2016.10.28

(71)申请人 江苏大学

地址 212013 江苏省镇江市京口区学府路  
301号

(72)发明人 张杰 韩江义 商高高 夏长高  
高翔

(51)Int.Cl.

E21D 11/10(2006.01)

B61D 15/00(2006.01)

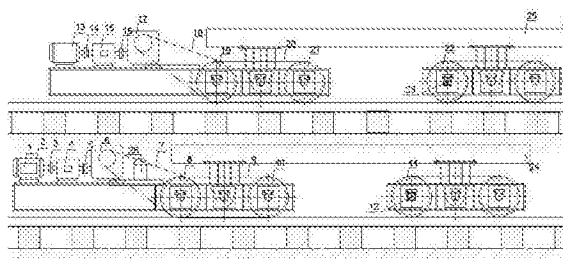
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

## (54)发明名称

一种用于隧道衬砌模板台车的行走控制装置及控制方法

## (57)摘要

本发明公开了一种用于隧道衬砌模板台车的行走控制装置及控制方法,包括机构相同的左右两侧的行走机构和电机控制器;所述电机控制器包括扭矩计算模块、位移计算模块和主控模块;通过安装在左右两侧驱动电机和减速机之间的扭矩传感器检测减速机输入轴上的扭矩,根据减速机的传动比和减速机输出轴链轮半径计算左右两侧连接在减速机输出轴和主动轮之间的链条所受到的拉力,通过安装在左右两侧行走架并和车轮轴连接的编码器检测左右两侧从动轮转过的角度,控制器接收采集到的扭矩信号和转角信号,通过和设定值比较,对左右两侧驱动电机进行控制,这样即能够防止链条的断裂又能实现左右两侧行走架的同步行走。



1. 一种用于隧道衬砌模板台车的行走控制装置,其特征在于,包括机构相同的左右两侧的行走机构和电机控制器(1);

所述左侧行走机构包括依次通过螺栓连接的电机I(2)、联轴器I(3)、扭矩传感器I(4)、联轴器II(5)和减速机I(6),减速机I(6)与主动轮I(8)通过一级链条(7)连接,在主动轮I(8)和从动链轮I(10)之间采用二级链条I(9)连接,编码器I(12)的输入轴和从动轮I(11)通过轴套连接,并通过螺钉固定在左侧行走架(24)上;

所述右侧行走机构包括依次通过螺栓连接的电机II(13)、联轴器III(14)、扭矩传感器II(15)、联轴器IV(16)和减速机II(17),减速机II(17)与主动轮II(19)通过一级链条II(18)连接,在主动轮II(19)和从动链轮II(21)之间采用二级链条II(20)连接,编码器II(23)的输入轴和从动轮II(22)通过轴套连接,并通过螺钉固定在右侧行走架(25)上;

所述电机控制器(1)包括扭矩计算模块(101)、位移计算模块(102)和主控模块(103);所述扭矩计算模块(101)的输入端分别与扭矩传感器I(4)、扭矩传感器II(15)、减速机I(6)和减速机II(17)电连接,用于根据扭矩传感器I(4)和扭矩传感器II(15)的扭矩信号、减速机I(6)和减速机II(17)的传动比和减速机I(6)和减速机II(17)输出链轮的半径,计算一级链条I(7)承受的拉力 $T_1$ 和一级链条II(18)承受的拉力 $T_2$ ,并将计算结果传送到主控模块(103);所述位移计算模块(102)分别与编码器I(12)和编码器II(23)电连接,用于根据编码器I(12)和编码器II(23)的信号计算从动轮I(11)的角位移 $\theta_1$ 和从动轮II(22)的角位移 $\theta_2$ ,并将计算结果传送到主控模块(103);所述主控模块(103)分别与电机I(2)和电机II(13)电连接,用于根据扭矩计算模块(101)和位移计算模块(102)的计算结果,控制电机I(2)和电机II(13)的运转。

2. 根据权利要求1所述的用于隧道衬砌模板台车的行走控制装置,其特征在于,还包括声光报警装置(26);所述主控模块(103)与声光报警装置(26)电连接,所述声光报警装置(26)根据主控模块(103)发送的指令产生声光报警信号。

3. 根据权利要求1所述的用于隧道衬砌模板台车的行走控制装置,其特征在于,所述扭矩传感器I(4)的输入轴通过联轴器I(3)和电机I(2)的输入轴连接,扭矩传感器I(4)的输出轴通过联轴器II(5)和减速机I(6)的输入轴连接。

4. 根据权利要求1所述的用于隧道衬砌模板台车的行走控制装置,其特征在于,所述扭矩传感器II(15)的输入轴通过联轴器III(14)和电机II(13)的输入轴连接,扭矩传感器II(15)的输出轴通过联轴器IV(16)和减速机II(17)的输入轴连接。

5. 根据权利要求1所述的用于隧道衬砌模板台车的行走控制装置,其特征在于,所述电机I(2)和电机II(13)为三相交流电机。

6. 根据权利要求1所述的用于隧道衬砌模板台车的行走控制装置,其特征在于,所述扭矩传感器I(4)和扭矩传感器II(15)为动态扭矩仪,用于检测传动轴传递的扭矩值。

7. 根据权利要求1所述的用于隧道衬砌模板台车的行走控制装置,其特征在于,所述减速机I(6)和减速机II(17)为蜗轮蜗杆减速机。

8. 一种根据权利要求1所述用于隧道衬砌模板台车的行走控制装置的控制方法,其特征在于,包括以下步骤:

S1:所述主控模块(103)接收到行走指令后,启动扭矩计算模块(101)计算一级链条I(7)承受的拉力 $T_1$ 和一级链条II(18)承受的拉力 $T_2$ ,启动位移计算模块(102)计算从动轮I

(11)的角位移 $\theta_1$ 和从动轮 II (22)的角位移 $\theta_2$ ,并将计算结果传给主控模块(103);

S2:所述主控模块(103)判断拉力 $T_1$ 和 $T_2$ ,若 $T_1$ 和 $T_2$ 都小于最高门限值 $Z_H$ ,控制电机 I (2)和电机 II (13)的转速使角位移 $\theta_1$ 和 $\theta_2$ 相等;若 $T_1$ 小于最高门限值 $Z_H$ , $T_2$ 大于最高门限值 $Z_H$ ,降低电机 II (13)的转速,当 $T_2$ 小于最低门限值 $Z_L$ 时,主控模块(103)发送指令给位移计算模块(102),让位移计算模块(102)在当前状态下对角位移 $\theta_1$ 和 $\theta_2$ 重新计数;若 $T_1$ 大于最高门限值 $Z_H$ , $T_2$ 小于最高门限值 $Z_H$ ,降低电机 I (2)的转速,当 $T_1$ 小于最低门限值 $Z_L$ 时,主控模块(103)发送指令给位移计算模块(102),让位移计算模块(102)在当前状态下对角位移 $\theta_1$ 和 $\theta_2$ 重新计数;若 $T_1$ 和 $T_2$ 都大于最高门限值 $Z_H$ ,主控模块(103)发送指令给声光报警装置(26),声光报警装置(26)产生声光报警信号;

S3:所述主控模块(103)接收到制动指令后,降低电机 I (2)的转速至 $V_{f1}$ ,降低电机 II (13)的转速至 $V_{f2}$ ,由于台车的惯性,此时主动轮 I (8)将带动减速机 I (6)运动,台车做减速运动,当角位移 $\theta_1$ 数值不再增加时,主控模块(103)停止驱动电机 I (2),当角位移 $\theta_2$ 数值不再增加时,主控模块(103)停止驱动电机 II (13)。

9.根据权利要求8所述用于隧道衬砌模板台车的行走控制装置的控制方法,其特征在于,所述最高门限值 $Z_H$ 为链条能够承受的极限拉力 $T_{max}$ 的90%,即 $Z_H=0.9T_{max}$ ,所述最低门限值 $Z_L=0.3T_{max}$ ,所述转速 $V_{f1}$ 和 $V_{f2}$ 分别为减速机 I (6)和减速机 II (17)在消除传动机构摩擦力下的最低转速。

## 一种用于隧道衬砌模板台车的行走控制装置及控制方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于隧道衬砌模板台车的行走控制领域,具体涉及一种用于隧道衬砌模板台车的行走控制装置及控制方法。

### 背景技术

[0002] 在隧道二次衬砌的施工过程中,为了便于模板台车的移动,需要铺设两条钢轨。由于两条钢轨在平行度和水平度上存在微小的差别,加上模板台车自身的重量很大,对于采用左右两侧独立驱动的模板台车,当左右两侧施加一样大的驱动力时,左右两侧必然存在不同步问题,导致一侧行走的位移量比另一侧大。对于行走位移量较大的一侧,会产生较大的运动阻力,影响行走的速度,甚至会损坏驱动机构,从而影响施工进度。对于采用电动减速机的自动行走台车,主动轮和从动轮之间通过链条进行动力传递。在驱动过程中,当一侧驱动力达到链条所能承受的极限时,将会导致链条上部断裂;在停止驱动的过程中,由于驱动电机及减速机构的转动惯量小于台车的惯性力,驱动电机及减速机构将先于台车停止运动,此时将出现驱动轮带动减速机构运转的现象,但是对于采用涡轮蜗杆的减速机构,由于涡轮的转动无法带动蜗杆的转动,当驱动力达到链条所能承受的极限时,将会导致链条下部断裂。针对这些情况,急需设计一种台车行走同步驱动和防止链条断裂的控制装置。

[0003] 现有技术中,涉及“台车”和“行走控制”的专利公告包括以下1项:

[0004] 1.行走台车及其系统,申请号:200710194069,公开号:CN101200193A,介绍一种通过驱动电动机的反馈控制来消除驱动轮的打滑,从而防止使行走台车车轮空转或打滑。通过将驱动轮的驱动量在预定时间内的变化量与行走台车的绝对位置在预定时间内的变化量进行比较,求出期间产生的滑动量,然后反馈给驱动电动机。因此能够消除行走台车的打滑,追随目标速度曲线,能够缩短移动时间并且准确地停止在目的地。

[0005] 2.一种用于隧道衬砌台车的全自动控制的液压走行系统,申请号:201510163414.0,公开号:CN104806269A,介绍一种用于大坡度隧道的衬砌台车,配合传感器自动控制两组行走机构在顶推油缸的作用下交替工作,在一组顶推油缸顶伸时,同时另一组顶推油缸正在完成收缩动作,推动台车实现连续行走。

[0006] 从上述检索可见,专利公告1仅仅考虑了左右两侧驱动轮的同步问题,而没有考虑两侧驱动力的大小,因此不能解决链条断裂问题,专利公告2通过位移传感器检测每一侧行走的距离,从而实现行走的同步控制,但是使用的行走轨道必须为矩形锯齿轨,给轨道的加工带来了困难。

### 发明内容

[0007] 本发明的目的是针对上述问题提供一种防止链条断裂和左右两侧驱动轮同步驱动的用于隧道衬砌模板台车的行走控制装置及控制方法。

[0008] 本发明的技术方案是:一种用于隧道衬砌模板台车的行走控制装置,包括机构相同的左右两侧的行走机构和电机控制器;

[0009] 所述左侧行走机构包括依次通过螺栓连接的电机I、联轴器I、扭矩传感器I、联轴器II和减速机I,减速机I与主动轮I通过一级链条连接,在主动轮I和从动链轮I之间采用二级链条I连接,编码器I的输入轴和从动轮I通过轴套连接,并通过螺钉固定在左侧行走架上;

[0010] 所述右侧行走机构包括依次通过螺栓连接的电机II、联轴器III、扭矩传感器II、联轴器IV和减速机II,减速机II与主动轮II通过一级链条II连接,在主动轮II和从动链轮II之间采用二级链条II连接,编码器II的输入轴和从动轮II通过轴套连接,并通过螺钉固定在右侧行走架上;

[0011] 所述电机控制器包括扭矩计算模块、位移计算模块和主控模块;所述扭矩计算模块的输入端分别与扭矩传感器I、扭矩传感器II、减速机I和减速机II电连接,用于根据扭矩传感器I和扭矩传感器II的扭矩信号、减速机I和减速机II的传动比和减速机I和减速机II输出链轮的半径,计算一级链条I承受的拉力 $T_1$ 和一级链条II承受的拉力 $T_2$ ,并将计算结果传送到主控模块;所述位移计算模块分别与编码器I和编码器II电连接,用于根据编码器I和编码器II的信号计算从动轮I的角位移 $\theta_1$ 和从动轮II的角位移 $\theta_2$ ,并将计算结果传送到主控模块;所述主控模块分别与电机I和电机II电连接,用于根据扭矩计算模块和位移计算模块的计算结果,控制电机I和电机II的运转。

[0012] 上述方案中,还包括声光报警装置;所述主控模块与声光报警装置电连接,所述声光报警装置根据主控模块发送的指令产生声光报警信号。

[0013] 上述方案中,所述扭矩传感器I的输入轴通过联轴器I和电机I的输入轴连接,扭矩传感器I的输出轴通过联轴器II和减速机I的输入轴连接。

[0014] 上述方案中,所述扭矩传感器II的输入轴通过联轴器III和电机II的输入轴连接,扭矩传感器II的输出轴通过联轴器IV和减速机II的输入轴连接。

[0015] 上述方案中,所述电机I和电机II为三相交流电机。

[0016] 上述方案中,所述扭矩传感器I和扭矩传感器II为动态扭矩仪,用于检测传动轴传递的扭矩值。

[0017] 上述方案中,所述减速机I和减速机II为蜗轮蜗杆减速机。

[0018] 一种根据所述用于隧道衬砌模板台车的行走控制装置的控制方法,包括以下步骤:

[0019] S1:所述主控模块接收到行走指令后,启动扭矩计算模块计算一级链条I承受的拉力 $T_1$ 和一级链条II承受的拉力 $T_2$ ,启动位移计算模块计算从动轮I的角位移 $\theta_1$ 和从动轮II的角位移 $\theta_2$ ,并将计算结果传给主控模块;

[0020] S2:所述主控模块判断拉力 $T_1$ 和 $T_2$ ,若 $T_1$ 和 $T_2$ 都小于最高门限值 $Z_H$ ,控制电机I和电机II的转速使角位移 $\theta_1$ 和 $\theta_2$ 相等;若 $T_1$ 小于最高门限值 $Z_H$ , $T_2$ 大于最高门限值 $Z_H$ ,降低电机II的转速,当 $T_2$ 小于最低门限值 $Z_L$ 时,主控模块发送指令给位移计算模块,让位移计算模块在当前状态下对角位移 $\theta_1$ 和 $\theta_2$ 重新计数;若 $T_1$ 大于最高门限值 $Z_H$ , $T_2$ 小于最高门限值 $Z_H$ ,降低电机I的转速,当 $T_1$ 小于最低门限值 $Z_L$ 时,主控模块发送指令给位移计算模块,让位移计算模块在当前状态下对角位移 $\theta_1$ 和 $\theta_2$ 重新计数;若 $T_1$ 和 $T_2$ 都大于最高门限值 $Z_H$ ,主控模块发送指令给声光报警装置,声光报警装置产生声光报警信号;

[0021] S3:所述主控模块接收到制动指令后,降低电机I的转速至 $V_{f1}$ ,降低电机II的转速

至 $V_{f2}$ ，由于台车的惯性，此时主动轮I将带动减速机I运动，台车做减速运动，当角位移 $\theta_1$ 数值不再增加时，主控模块停止驱动电机I，当角位移 $\theta_2$ 数值不再增加时，主控模块停止驱动电机II。

[0022] 上述方案中，所述最高门限值 $Z_H$ 为链条能够承受的极限拉力 $T_{max}$ 的90%，即 $Z_H=0.9T_{max}$ ，所述最低门限值 $Z_L=0.3T_{max}$ ，所述转速 $V_{f1}$ 和 $V_{f2}$ 分别为减速机I和减速机II在消除传动机构摩擦力下的最低转速。

[0023] 与现有技术相比，本发明的有益效果是：本发明设计了一种用于隧道衬砌模板台车的行走控制装置及控制方法，通过安装在驱动电机和减速机之间的扭矩传感器间接检测左右两侧连接在减速机输出轴和主动轮之间的链条所受到的拉力，通过安装在行走架和车轮轴连接的编码器间接检测左右两侧从动轮转过的角度，控制器采集扭矩信号和转角信号，通过比较，对左右两侧驱动电机进行控制，这样即能够防止链条的断裂又能实现左右两侧行走架的同步行走。

## 附图说明

[0024] 图1是本发明一实施方式的行走机构及控制装置的结构示意图；

[0025] 图2是本发明一实施方式的扭矩传感器安装示意图；

[0026] 图3是本发明一实施方式的编码器安装示意图；

[0027] 图4是本发明一实施方式的电机控制器结构示意图；

[0028] 图5是本发明一实施方式的控制方法流程图。

[0029] 图中：1、电机控制器；101、扭矩计算模块；102、位移计算模块；103、主控模块；2、电机I；3、联轴器I；4、扭矩传感器I；5、联轴器II；6、减速机I；7、一级链条I；8、主动轮I；9、二级链条I；10、从动链轮I；11、从动轮I；12、编码器I；13、电机II；14、联轴器III；15、扭矩传感器II；16、联轴器IV；17、减速机II；18、一级链条II；19、主动轮II；20、二级链条II；21、从动链轮II；22、从动轮II；23、编码器II；24、左侧行走架；25、右侧行走架；26、声光报警装置。

## 具体实施方式

[0030] 本发明提供一种用于隧道衬砌模板台车的行走控制装置及控制方法，并详细设计了电机控制器。下面结合附图具体实施方式对本发明作进一步详细说明，但本发明的保护范围并不限于此。

[0031] 图1所示为所述用于隧道衬砌模板台车的行走控制装置的一种实施方式，所述用于隧道衬砌模板台车的行走控制装置包括左右两侧的行走机构和电机控制器1。所述右侧结构和左侧一模一样，所述左侧行走机构包括依次通过螺栓连接所述电机I2、联轴器I3、扭矩传感器I4、联轴器II5和减速机I6，减速机I6与主动轮I8通过一级链条7连接，在主动轮I8和从动链轮I10之间采用二级链条I9连接，编码器I12通过轴套和从动轮I11轮轴连接，并通过螺钉固定在左侧行走架24上。

[0032] 所述右侧行走机构包括依次通过螺栓连接的电机II13、联轴器III14、扭矩传感器II15、联轴器IV16和减速机II17，减速机II17与主动轮II19通过一级链条II18连接，在主动轮II19和从动链轮II21之间采用二级链条II20连接，编码器II23的输入轴和从动轮II22通过轴套连接，并通过螺钉固定在右侧行走架25上；

[0033] 图2所示为扭矩传感器I4的安装示意图,所述扭矩传感器II 15的安装和扭矩传感器I4的安装一模一样,所述扭矩传感器I4的输入轴通过联轴器I3和电机I2的输入轴连接,扭矩传感器I4的输出轴通过联轴器II 5和减速机I6的输入轴连接。所述扭矩传感器II 15的输入轴通过联轴器III 14和电机II 13的输入轴连接,扭矩传感器II 15的输出轴通过联轴器IV 16和减速机II 17的输入轴连接。

[0034] 图3所示为编码器I12的安装示意图,所述编码器II 23和编码器I12的安装方式一样,所述编码器I12的输入轴通过轴套和从动轮I11轮轴连接,编码器I12通过螺钉固定在左侧行走架24上。所述编码器II 23的输入轴和从动轮II 22通过轴套连接,并通过螺钉固定在右侧行走架25上。

[0035] 图4所示为电机控制器1的结构示意图,所述电机控制器1包括扭矩计算模块101、位移计算模块102和主控模块103。

[0036] 所述扭矩计算模块101的输入端分别与扭矩传感器I4、扭矩传感器II 15、减速机I6和减速机II 17电连接,用于根据扭矩传感器I4和扭矩传感器II 15的扭矩信号、减速机I6和减速机II 17的传动比和减速机I6和减速机II 17输出链轮的半径,计算一级链条I7承受的拉力 $T_1$ 和一级链条II 18承受的拉力 $T_2$ ,并将计算结果传送到主控模块103;所述位移计算模块102分别与编码器I12和编码器II 23电连接,用于根据编码器I12和编码器II 23的信号计算从动轮I11的角位移 $\theta_1$ 和从动轮II 22的角位移 $\theta_2$ ,并将计算结果传送到主控模块103;所述主控模块103分别与电机I2和电机II 13电连接,用于根据扭矩计算模块101和位移计算模块102的计算结果,通过判断比较,控制电机I2和电机II 13的运转。

[0037] 上述用于隧道衬砌模板台车的行走控制装置还包括声光报警装置26,声光报警装置26安装在左侧行走机构的减速机6旁边,主控模块103与声光报警装置26电连接,所述声光报警装置26根据主控模块103发送的指令产生声光报警信号。

[0038] 所述电机I2和电机II 13为三相交流电机;所述扭矩传感器I4和扭矩传感器II 15为动态扭矩仪,用于检测传动轴传递的扭矩值;所述减速机I6和减速机II 17为蜗轮蜗杆减速机;所述编码器I12和编码器II 23用于计算左右两侧从动轮的角位移。

[0039] 图5所示为行走控制装置的一种控制方法流程图,包括以下步骤:

[0040] S1:所述主控模块103接收到行走指令后,启动扭矩计算模块1-01计算一级链条I7承受的拉力 $T_1$ 和一级链条II 18承受的拉力 $T_2$ ,启动位移计算模块102计算从动轮I11的角位移 $\theta_1$ 和从动轮II 22的角位移 $\theta_2$ ,并将计算结果传给主控模块103;

[0041] S2:所述主控模块103判断拉力 $T_1$ 和 $T_2$ ,若 $T_1$ 和 $T_2$ 都小于最高门限值 $Z_H$ ,控制电机I2和电机II 13的转速使角位移 $\theta_1$ 和 $\theta_2$ 相等;若 $T_1$ 小于最高门限值 $Z_H$ , $T_2$ 大于最高门限值 $Z_H$ ,降低电机II 13的转速,当 $T_2$ 小于最低门限值 $Z_L$ 时,主控模块发送指令给位移计算模块102,让位移计算模块102在当前状态下对角位移 $\theta_1$ 和 $\theta_2$ 重新计数,若 $T_1$ 大于最高门限值 $Z_H$ , $T_2$ 小于最高门限值 $Z_H$ ,降低电机I2的转速,当 $T_1$ 小于最低门限值 $Z_L$ 时,主控模块103发送指令给位移计算模块102,让位移计算模块102在当前状态下对角位移 $\theta_1$ 和 $\theta_2$ 重新计数,若 $T_1$ 和 $T_2$ 都大于最高门限值 $Z_H$ ,主控模块103发送指令给声光报警装置26,声光报警装置26产生声光报警信号;

[0042] S3:所述主控模块103接收到制动指令后,降低电机I2的转速至 $V_{f1}$ ,降低电机II 13的转速至 $V_{f2}$ ,由于台车的惯性,此时主动轮I8将带动减速机I6运动,台车做减速运动,当角位移 $\theta_1$ 数值不再增加时,主控模块103停止驱动电机I2,当角位移 $\theta_2$ 数值不再增加时,主控模

块103停止驱动电机 II 13。

[0043] 上述方法中,所述最高门限值 $Z_H$ 为链条能够承受的极限拉力 $T_{max}$ 的90%,即 $Z_H=0.9T_{max}$ ,所述最低门限值 $Z_L=0.3T_{max}$ ,所述转速 $V_{f1}$ 和 $V_{f2}$ 分别为减速机 I 6和减速机 II 17在消除传动机构摩擦力下的最低转速,并且可以通过实验测量。

[0044] 应当理解,虽然本说明书是按照各个实施例描述的,但并非每个实施例仅包含一个独立的技术方案,说明书的这种叙述方式仅仅是为清楚起见,本领域技术人员应当将说明书作为一个整体,各实施例中的技术方案也可以经适当组合,形成本领域技术人员可以理解的其他实施方式。

[0045] 上文所列出的一系列详细说明仅仅是针对本发明的可行性实施例的具体说明,它们并非用以限制本发明的保护范围,凡未脱离本发明技艺精神所作的等效实施例或变更均应包含在本发明的保护范围之内。



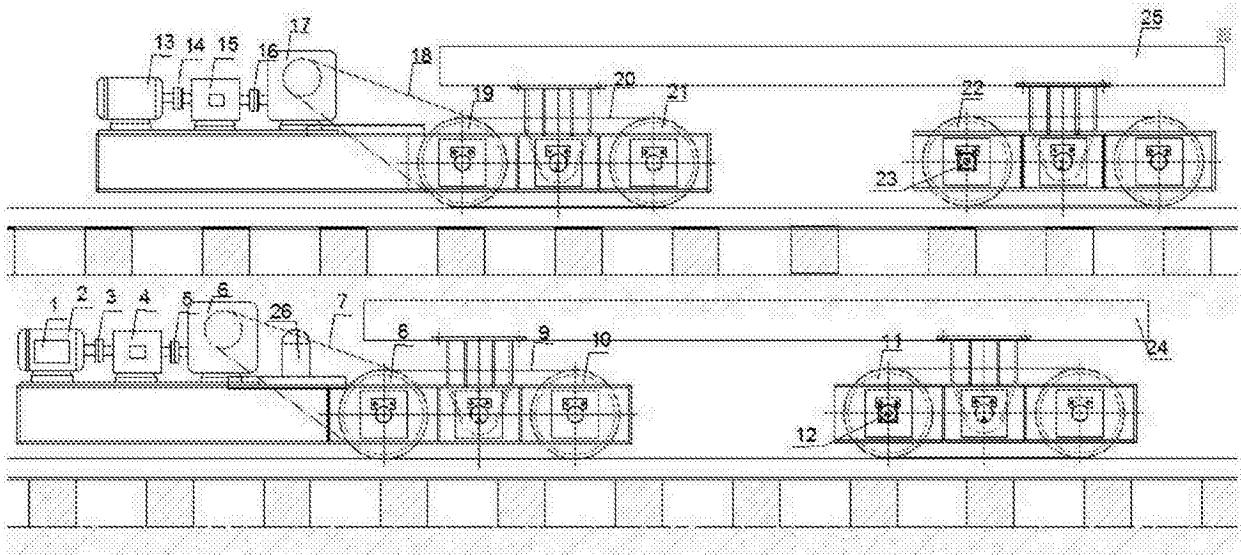


图1

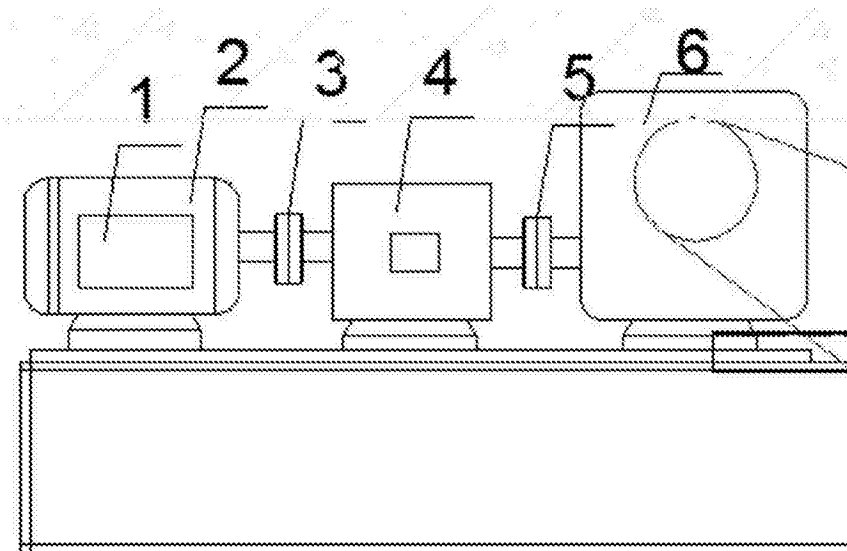


图2

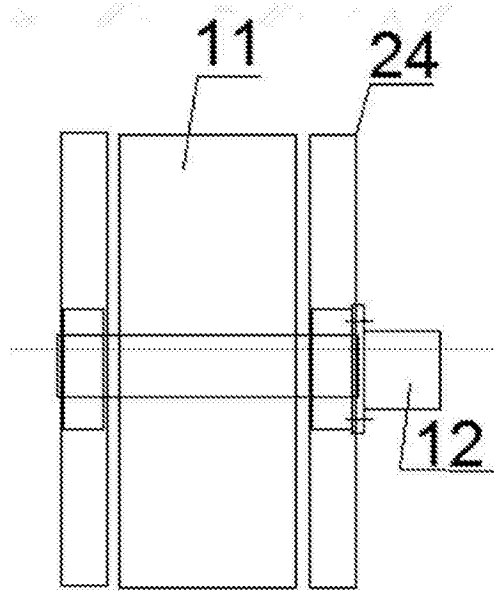


图3

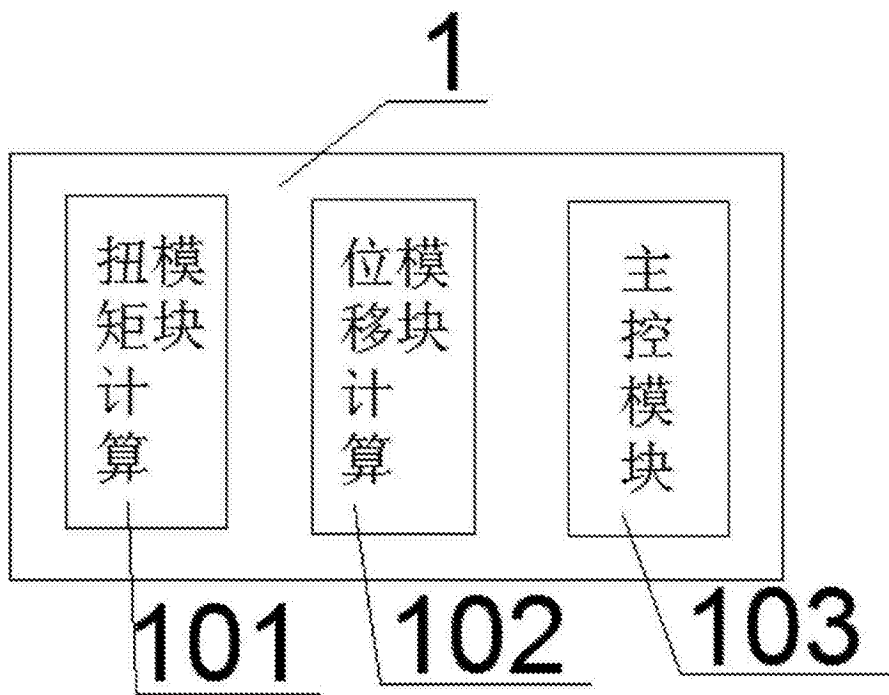


图4

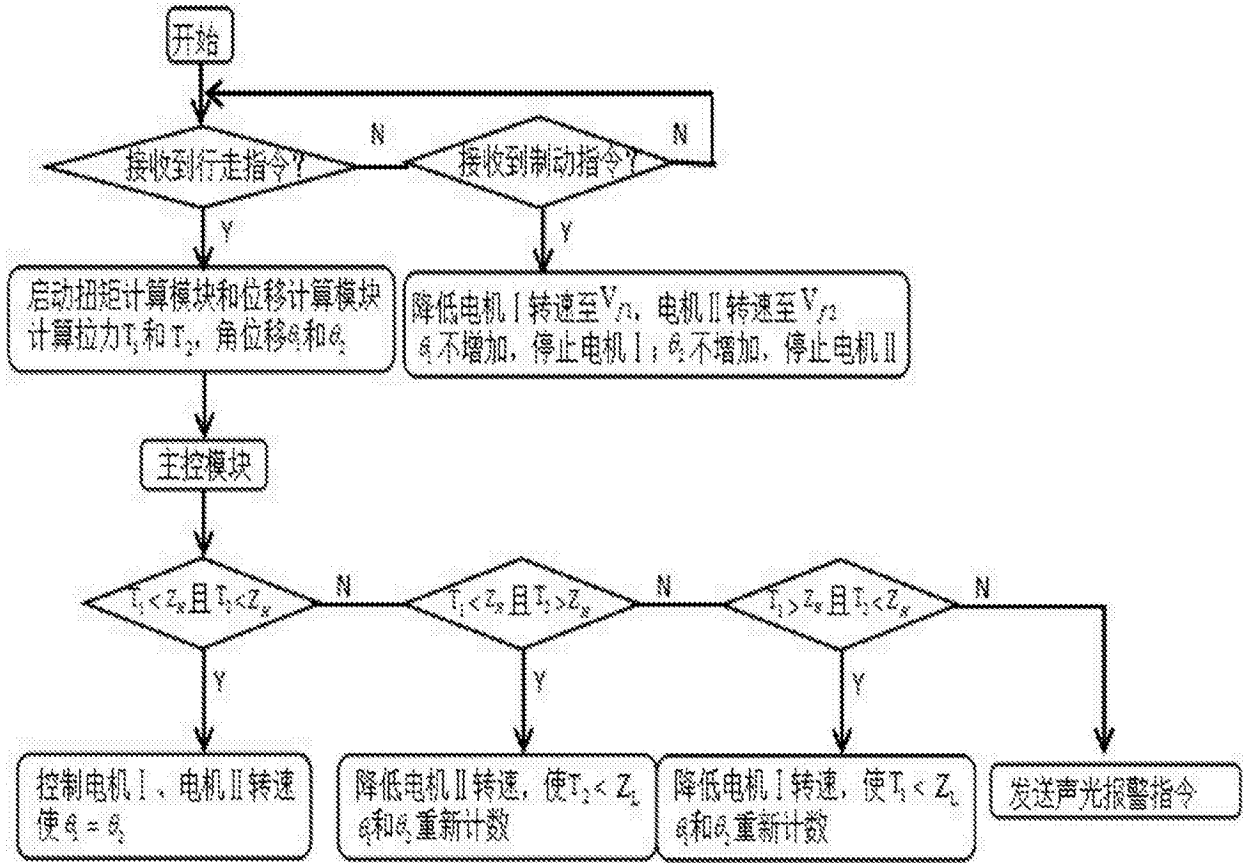


图5