

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
B66C 13/22 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710011935.X

[43] 公开日 2008年3月12日

[11] 公开号 CN 101139069A

[22] 申请日 2007.6.29
[21] 申请号 200710011935.X
[71] 申请人 大连华锐股份有限公司
地址 116013 辽宁省大连市西岗区八一路169号
[72] 发明人 陈承继 白永昕 袁新

[74] 专利代理机构 大连东方专利代理有限责任公司
代理人 李洪福

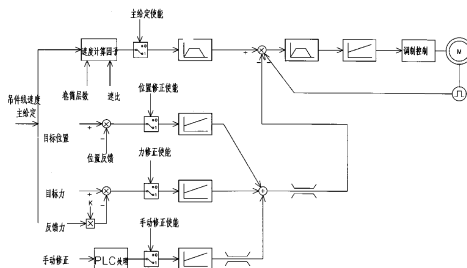
权利要求书2页 说明书7页 附图5页

[54] 发明名称

多吊点起重机电气控制方法

[57] 摘要

本发明公开了一种多吊点起重机电气控制方法及设备，控制方法包括如下步骤：a. 准备模式，进行检测高低压配电系统，主驱动系统，控制系统等有无故障；b. 钢丝绳预张紧模式，此时各起升电机采用转矩控制，给出转矩给定值，通过称重传感器可得出是否张紧；c. 悬停模式，各起升电机采用速度控制，由控制器设定电机转矩限幅值，进行载荷吊起，计算出被吊物的质心位置；d. 联合起吊模式，各起升电机采用速度控制，电机的转矩限幅同悬停模式相同，时时监控修正使吊件平稳起吊。该电气控制方法提高了自动化操作控制水平、作业效率，减少人工操作的失误。该技术可以运用到各种需同步控制的起重机上，具有广泛的应用前景。



1、一种多吊点起重机电气控制方法，其特征在于所述的方法包括如下步骤：

a、准备模式，在该模式下选定参与工作的起升机构，检测高低压配电系统，主驱动系统，控制系统等无故障后，在上位机输入被吊物的预估重量，该重量作为悬停模式的参考重量；

b、钢丝绳预张紧模式，此时各起升电机采用转矩控制，各吊点的吊钩组及机械附件总重与钢丝绳的重量之和乘以相关系数作为逆变器转矩给定值，后参与工作的电机一起运行，以给定的转矩低速运行，当检测到电机转速为零且称重传感器的数值达到转矩设定值后，预张紧结束，电机在保持给定力矩时，机械制动器制动，待所有参与工作的电机结束预张紧后，此时各参与工作的起升机构高度坐标即被记忆，作为悬停模式调平时的坐标平面；

c、悬停模式，进入悬停模式后，各起升电机采用速度控制，由控制器设定电机转矩限幅值，该值为在单机构额定起重量，启动机构使其上升，参与工作的电机一起运行，把载荷逐渐吊起，此时进行逆变器的速度给定，为钢丝绳线速度给定，其中位置修正和目标力修正不使能，载荷调平后，确定各点的目标拉力，后由称重传感器将参与起吊的各机构拉力值传给控制器，经过控制器程序计算出被吊物的质心位置，然后由控制器计算出各起吊点的目标拉力，该值将在联合起吊模式时使用，完成调平和目标拉力范围确定后，可进入联合起吊模式，此时各工作机构的坐标值和目标拉力被系统记忆，用于联合起吊模式；

d、联合起吊模式，进入联合起吊模式，各起升电机采用速度控制，电机的转矩限幅同悬停模式相同，此时进行逆变器的速度给定，为钢丝绳线速度给定，当各起吊点构成的坐标平面与悬停模式时记忆的坐标平面不平行，且超过设定值时，进行位置修正，当某个起升机构的拉力值低于目标拉力值的下限或高于目标拉力值的上限后，系统进行目标力修正，修正时每组内的拉力总和保持不变，位置修正和目标力修正均采用滞回比较形式修正，待平面平行，各吊点的拉力在设定值范围内后平稳起吊。

2、根据权利要求1所述的多吊点起重机电气控制方法，其特征在于所述的步骤b在计算钢丝绳重量时，由挂钩点的高度和钢丝绳的单位重量计算；且所

述的系数同卷筒的钢丝绳层数，即卷筒的实际半径相关。

3、根据权利要求1所述的多吊点起重机电气控制方法，其特征在于所述的步骤b中还包括在预张紧过程中，若出现钢丝绳松绳、脱槽等紧急情况，可立即将手动控制使其回零位，机械制动器立即制动的步骤。

4、根据权利要求1所述的多吊点起重机电气控制方法，其特征在于所述的步骤c中若载荷超过桥机的起吊能力，或吊点布置不合理，个别卷扬机构的载荷超过其自身所能承载的最大起吊能力，载荷将无法被吊起或无法被整体吊起，此时应将载荷放下，后核对载荷总重量与准备模式时的预估重量是否吻合进行判断，如有较大偏差应检查称重传感器并重新计算载荷重量或重新布置吊耳位置。

5、根据权利要求1所述的多吊点起重机电气控制方法，其特征在于若系统检测到悬停时的坐标平面与钢丝绳预张紧时的坐标平面不平行时，将需要对载荷进行调平操作，首先选定静止点，即调平时该卷扬机构不动，以该点当前坐标与预张紧时坐标差值，作为调平基准，衡量其余各点的当前坐标与预张紧时坐标差值，其中静止点一般为最高坐标点，其余点呈楔形调整，除静止点外的其余各点进行自动调平，此时逆变器的速度主给定为零，位置修正附加给定使能，目标力修正不使能。

6、根据权利要求1所述的多吊点起重机电气控制方法，其特征在于所述的步骤d中电机的速度限设定全速，可人为控制载荷的上升、下降运动，且为1:10无级调速。

7、根据权利要求1所述的多吊点起重机电气控制方法，其特征在于所述的步骤d中还包括系统以位置修正作为第一附加给定，目标力修正作为第二附加给定；若偏差较大，自动附加给定无法完全修正时，可人为加入手动修正。

8、根据权利要求1所述的多吊点起重机电气控制方法，其特征在于所述的步骤d中还包括当各卷扬机构联合运行时，某个卷扬机构的拉力超过110%额定拉力后，称重传感器向主控器发出报警信号，并将所有参与工作的机构进行制动的步骤。

多吊点起重机电气控制方法

技术领域

本发明涉及一种超大吨位起重机，尤其涉及海上钻井平台整体对接及制造用的多吊点起重机的电气控制方案。

背景技术

目前起升机构电气同步控制最多为 4 个吊点，且其所吊载荷为均匀载荷，卷筒的钢丝绳为单层缠绕，控制方式比较简单，四个卷扬系统可以采用同一个速度给定信号来保证四个卷扬系统的速度同步控制。同时采用外部位置检测来判断 4 个卷扬系统吊点高度是否超差，一旦超过允许值将通过驱动装置的附加给定来使超差的机构跟随，最终达到 4 套卷扬系统速度同步和位置同步。但是这种简单的起升机构不能够满足大吨位设备平稳起吊，所以需要超大吨位多吊点桥式起重机进行起吊，满足整体吊装钻井平台等大型组装工程的要求，目前国际上还没有这种类型和起吊方式的起重机，其电气控制系统方案的设计也没有类似可以参考的，多吊点不是简单的起升机构增加，由于是不均匀载荷，每个电机出力不同，同时也需要起升机构的速度可以不同步；而且其中卷扬系统卷筒钢丝绳为多层缠绕，其相对于同一个电机的转速每一层卷筒的线速度不同，钢丝绳承受的拉力不同如果力的分配不合理，可能造成有的电机不出力，有的电机过载而导致系统不能稳定运行等等，所以多套卷扬系统共同吊运载荷组成一个复杂的多吊点超静定系统，对力的分配比 4 吊点控制要复杂得多，稳定性、同步性极为重要，如果这些问题没有解决就会在吊运过程中存在着很大的安全隐患。

发明内容

本发明针对现有技术的不足，研制一种系统稳定、起吊平稳、起吊灵活的超大吨位多吊点起重机电气控制系统；本发明采用的技术手段如下：

一种多吊点起重机电气控制方法，其特征在于所述的方法包括如下步骤：

a、准备模式，在该模式下选定参与工作的起升机构，检测高低压配电系统，主驱动系统，控制系统等无故障后，在上位机输入被吊物的预估重量，该重量作为悬停模式的参考重量；

b、钢丝绳预张紧模式，此时各起升电机采用转矩控制，各吊点的吊钩组及机械附件总重与钢丝绳的重量之和乘以相关系数作为逆变器转矩给定值，后参与工作的电机一起运行，以给定的转矩低速运行，当检测到电机转速为零且称重传感器的数值达到转矩设定值后，预张紧结束，电机在保持给定力矩时，机械制动器制动，待所有参与工作的电机结束预张紧后，此时各参与工作的起升机构高度坐标即被记忆，作为悬停模式调平时的坐标平面；

c、悬停模式，进入悬停模式后，各起升电机采用速度控制，由控制器设定电机转矩限幅值，该值为在单机构额定起重量，启动机构使其上升，参与工作的电机一起运行，把载荷逐渐吊起，此时进行逆变器的速度给定，为钢丝绳线速度给定，其中位置修正和目标力修正不使能，载荷调平后，确定各点的目标拉力，后由称重传感器将参与起吊的各机构拉力值传给控制器，经过控制器程序计算出被吊物的质心位置，然后由控制器计算出各起吊点的目标拉力，该值将在联合起吊模式时使用，完成调平和目标拉力范围确定后，可进入联合起吊模式，此时各工作机构的坐标值和目标拉力被系统记忆，用于联合起吊模式；

d、联合起吊模式，进入联合起吊模式，各起升电机采用速度控制，电机的转矩限幅同悬停模式相同，此时进行逆变器的速度给定，为钢丝绳线速度给定，当各起吊点构成的坐标平面与悬停模式时记忆的坐标平面不平行，且超过设定值时，进行位置修正，当某个起升机构的拉力值低于目标拉力值的下限或高于目标拉力值的上限后，系统进行目标力修正，修正时每组内的拉力总和保持不变，位置修正和目标力修正均采用滞回比较形式修正，待平面平行，各吊点的拉力在设定值范围内后平稳起吊。

所述的步骤 b 在计算钢丝绳重量时，由挂钩点的高度和钢丝绳的单位重量计算；且所述的系数同卷筒的钢丝绳层数，即卷筒的实际半径相关。

所述的步骤 b 中还包括在预张紧过程中，若出现钢丝绳松绳、脱槽等紧急情况，可立即将手动控制使其回零位，机械制动器立即制动的步骤。

所述的步骤 c 中若载荷超过桥机的起吊能力，或吊点布置不合理，个别卷扬机构的载荷超过其自身所能承载的最大起吊能力，载荷将无法被吊起或无法

被整体吊起，此时应将载荷放下，后核对载荷总重量与准备模式时的预估重量是否吻合进行判断，如有较大偏差应检查称重传感器并重新计算载荷重量或重新布置吊耳位置。

若系统检测到悬停时的坐标平面与钢丝绳预张紧时的坐标平面不平行时，将需要对载荷进行调平操作，首先选定静止点，即调平时该起升机构不动，以该点当前坐标与预张紧时坐标差值，作为调平基准，衡量其余各点的当前坐标与预张紧时坐标差值，其中静止点一般为最高坐标点，其余点呈楔形调整，除静止点外的其余各点进行自动调平，此时逆变器的速度主给定为零，位置修正附加给定使能，目标力修正不使能。

所述的步骤 d 中电机的速度限设定全速，可人为控制载荷的上升、下降运动，且为 1:10 无级调速。

所述的步骤 d 中还包括系统以位置修正作为第一附加给定，目标力修正作为第二附加给定；若偏差较大，自动附加给定无法完全修正时，可人为加入手动修正。

所述的步骤 d 中还包括当各起升机构联合运行时，某个起升机构的拉力超过 110%额定拉力后，称重传感器向主控器发出报警信号，并将所有参与工作的机构进行制动的步骤。

采用多吊点起重机电气控制方法的设备，包括由变频器、逆变器、通信模块和电动机组成的起升机构，还包括控制器、载荷传感器、位置传感器和上位机，控制器负责同上位机通信接收控制指令、返回现场信息，同时控制各起升机构运行、接收传感器的反馈信号；载荷传感器和位置传感器将各起升机构的承载重量和起吊高度信息通过自身所带的通信模块传给控制器，通过控制器的处理后调整各起升机构的运行；

其中控制器、传感器、起升机构都通过总线通信方式进行连接。控制器为 PLC，载荷传感器为称重传感器，位置传感器为编码传感器。

由于采用了上述技术方案，本发明提供的超大吨位多吊点起重机电气控制系统采用各种先进技术、检测手段及控制方式很好地解决了多吊点、大吨位、多层缠绕起重机的同步控制问题，可以满足特殊吊装工艺的要求，将带来显著的经济效益和社会效益。

附图说明

图 1 为本发明的电器控制原理图；

图 2 为本发明的电路原理框图；

图 3 为本发明实施例中电器网络连接图；

图 4 为本发明多吊点起重机的结构示意图；

图 5 为本发明实施例中自动计算质心位置的示意图；

图 6 为本发明实施例中自动分配各吊点的目标拉力值的示意图；

图 1 为本发明的说明书摘要附图。

图中：1、控制器， 2、起升机构， 3、载荷传感器， 4、位置传感器， 5、上位机， 6、控制单元， 7、传感单元， 8、执行单元， 9、吊点， 10、卷扬系统， 11、主梁， 12、转向滑轮。

具体实施方式

如图 4 所示，本发明提供的超大吨位多吊点起重机为满足整体吊装钻井平台等大型非均匀载荷的特殊工艺要求，需要采用特殊机械结构，即起升机构由多套卷扬系统组成，其中仅在主梁 11 上就有多达 24 个吊点 9，由 6 个卷扬系统 10 进行驱动，所以要安全、平稳的完成起吊，该起重机的控制系统就尤为重要。超大吨位多吊点起重机的电气系统由高低压供配电系统；起升机构驱动控制系统；PLC 控制及管理系统；信号检测及安全保护系统；照明、讯号、通风加热等辅助系统；消防、工业电视监视系统；通讯系统、防雷和接地系统等系统组成，如图 1~图 3 所示，其中起吊的执行、控制部分主要包括由变频器、逆变器、通信模块和电动机组成的起升机构 2，还包括控制器 1、载荷传感器 3、位置传感器 4 和上位机 5，所述的控制器负责同上位机通信接收控制指令、返回现场信息，同时控制各起升机构运行、接收传感器的反馈信号；所述的载荷传感器和位置传感器将各起升机构的承载重量和起吊高度信息通过自身所带的通信模块传给控制器，通过控制器的处理后调整各起升机构的运行；控制器在控制单元 6 内，各传感器组成传感单元 7，起升机构由执行单元 8 驱动，以上各单元内都含有通信模块通过总线通信方式进行连接，控制器采用 PLC，在该起重机重载荷传感器为称重传感器安装在转向滑轮 12 的下面，位置传感器为编码传感器安装在电动机上。

为更好的实现控制系统采用国际领先的可逆交流多传动变频调速控制系统来对每个电机实现精确的速度和转矩控制。采用多组整流回馈单元并联运行技术的应用来满足大容量电机供电的需求，并达到节能效果。采用功能强大、性能优异的 PLC 作为核心控制系统，综合工业以太网网络技术以及现场总线技术，实现集中一分散式控制，使得各种数据的采集、运算稳定快捷。

控制方式分为准备模式、钢丝绳预张紧模式、悬停模式、联合起吊模式：

1、准备模式：在该模式下，选定参与工作的起升机构。检测高低压配电系统，主驱动系统，PLC 系统等无故障后，在控制站 6 中的上位机 5 内输入被吊物的预估重量，该重量作为悬停模式的参考重量。完成以上工作，人为确认后可进入钢丝绳预张紧模式。

2、钢丝绳预张紧模式，此时各起升电机采用转矩控制。各吊点的吊钩组及机械附件总重与钢丝绳的重量之和乘以系数作为逆变器转矩给定值，在计算钢丝绳重量时，由挂钩点的高度和钢丝绳的单位重量计算；在计算系数时，考虑卷筒的钢丝绳层数，即卷筒的实际半径。当手柄推向上升方向时，参与工作的电机一起运行，以给定的转矩低速运行。当检测到电机转速为零且称重传感器的数值达到转矩设定值后，预张紧结束，电机在保持给定力矩时，机械制动器制动。待所有参与工作的电机结束预张紧后，将手柄拉回零位，按下上位机画面的“预紧结束”按钮，可进入悬停模式，此时各参与工作的起升机构高度坐标即被记忆，作为悬停模式调平时的坐标平面。在预张紧过程中，若出现钢丝绳松绳、脱槽等紧急情况，可立即将手柄拉回零位，机械制动器立即制动。

3、悬停模式进入悬停模式后，各起升电机采用速度控制，由总线将电机转矩限幅值进行设定。该值为在单机构额定起重量，钢丝绳处于最高层数时，电机转矩的 1.5 倍。将手柄推向上升方向，参与工作的电机一起运行，把载荷逐渐吊起。此时电机的速度限为额定速度的 50%，即为正常速度的一半。此时逆变器的速度给定，由钢丝绳线速度给定经速度计算因子计算后，输入逆变器，位置修正和目标力修正不使能。若载荷超过桥机的起吊能力；或吊点布置不合理，个别吊点的载荷超过起升单机构的最大起吊能力，载荷将无法被吊起或无法被整体吊起。此时应将载荷放下，重新计算载荷重量或布置吊耳位置。若载荷被

顺利吊起，全部离开承载物。应核对载荷总重量与准备模式时的预估重量是否吻合，如有较大偏差应检查称重传感器并重新核算载荷重量。若系统检测到悬停时的坐标平面与钢丝绳预张紧时的坐标平面不平行时，将需要对载荷进行调平操作，首先选定静止点，即调平时该起升机构不动，以该点当前坐标与预张紧时坐标差值，作为调平基准，衡量其余各点的当前坐标与预张紧时坐标差值。静止点一般为最高坐标点，其余点呈楔形调整。然后按下上位机画面的“自动调平”按钮，将手柄推向起升方向，除静止点外的其余各点进行自动调平。此时逆变器的速度主给定为零，位置修正附加给定使能，目标力修正不使能。载荷调平后，要确定各点的目标拉力。首先由称重传感器将参与起吊的各机构拉力值传给 PLC，经过 PLC 程序计算出被吊物的质心位置。然后由 PLC 计算出各起吊点的目标拉力。

如图 5 所示自动计算吊件质心、如图 6 所示合理分配各吊点拉力在“悬停模式”下通过各个吊点的拉力传感器测出吊件在水平状态时的拉力值如图 6 中的实测拉力值，控制系统将根据这些值自动计算出吊件质心所在位置，并按照等差数列的形式给各个吊点自动分配目标拉力值（见分配拉力值），这样就可以保证在起升过程中各个吊点拉力更加合理，可以有效防止倾翻。该值将在联合起吊模式时使用。完成调平和目标拉力确定后，按下“悬停结束”按钮，可进入联合起吊模式，此时各工作机构的坐标值和目标拉力被系统记忆，用于联合起吊模式。

4、联合起吊模式，进入联合起吊模式起升电机采用速度控制，电机的速度限由总线设定为 100%。电机的转矩限幅同悬停模式相同。操作手柄即可完成载荷的上升、下降运动，且为 1:10 无级调速。此时逆变器的速度给定，由钢丝绳线速度给定经速度计算因子计算后，输入逆变器。当各起吊点构成的坐标平面与悬停模式时记忆的坐标平面不平行，且超过设定值时，进行位置修正；当某个起升机构的拉力值低于目标拉力值的 80%或高于目标拉力值的 120%后，系统进行目标力修正，修正时每组内的拉力总和保持不变。位置修正和目标力修正均采用滞回比较形式，防止引起系统震荡。系统以位置修正作为第一附加给定，目标力修正作为第二附加给定；若偏差较大，自动附加给定无法完全修正时，可人为加入手动修正。当各起升机构联合运行时，某个起升机构的拉力超

过 110%额定拉力后，称重传感器向 PLC 发出报警信号，并将所有参与工作的机构进行制动，待故障排除后方可继续运行。注意由于起升机构钢丝绳缠绕方式为多层缠绕，针对某一电机转速，起升机构在每一层的线速度是不同的。控制系统通过计算及与外部多种检测手段配合，按层的不同为变频器提供不同的速度给定信号，可以确保每套起升机构钢丝绳线速度一致。

其中该系统还包括以下辅助控制：各套起升机构速度同步控制，在联合起吊过程中各起升电机采用速度控制作为主给定，速度同步控制作为最基本的控制手段，由于起升机构钢丝绳缠绕方式为多层缠绕，针对某一电机转速，起升机构在每一层的线速度是不同的。控制系统通过计算及与外部多种检测手段配合，按层的不同为变频器提供不同的速度给定信号，可以确保每套起升机构钢丝绳线速度一致；吊件水平控制，吊件水平控制作为附加控制手段，控制系统通过位置检测编码器提供的位移信号，在起吊过程中实时检测各吊点的相对位置差，当各起吊点构成的坐标平面与悬停模式时记忆的坐标平面不平行，且超过设定值时，进行位置修正；使吊件在运行过程中保持基本水平。

在不同的控制模式下，控制系统将采用不同的控制手段，并自动完成数据采集及运算、功能判断以及数据修正等功能，使控制系统达到高度自动化、智能化。

以上所述，仅为本发明较佳的具体实施方式，但本发明的保护范围并不局限于此，任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内，根据本发明的技术方案及其发明构思加以等同替换或改变，都应涵盖在本发明的保护范围之内。

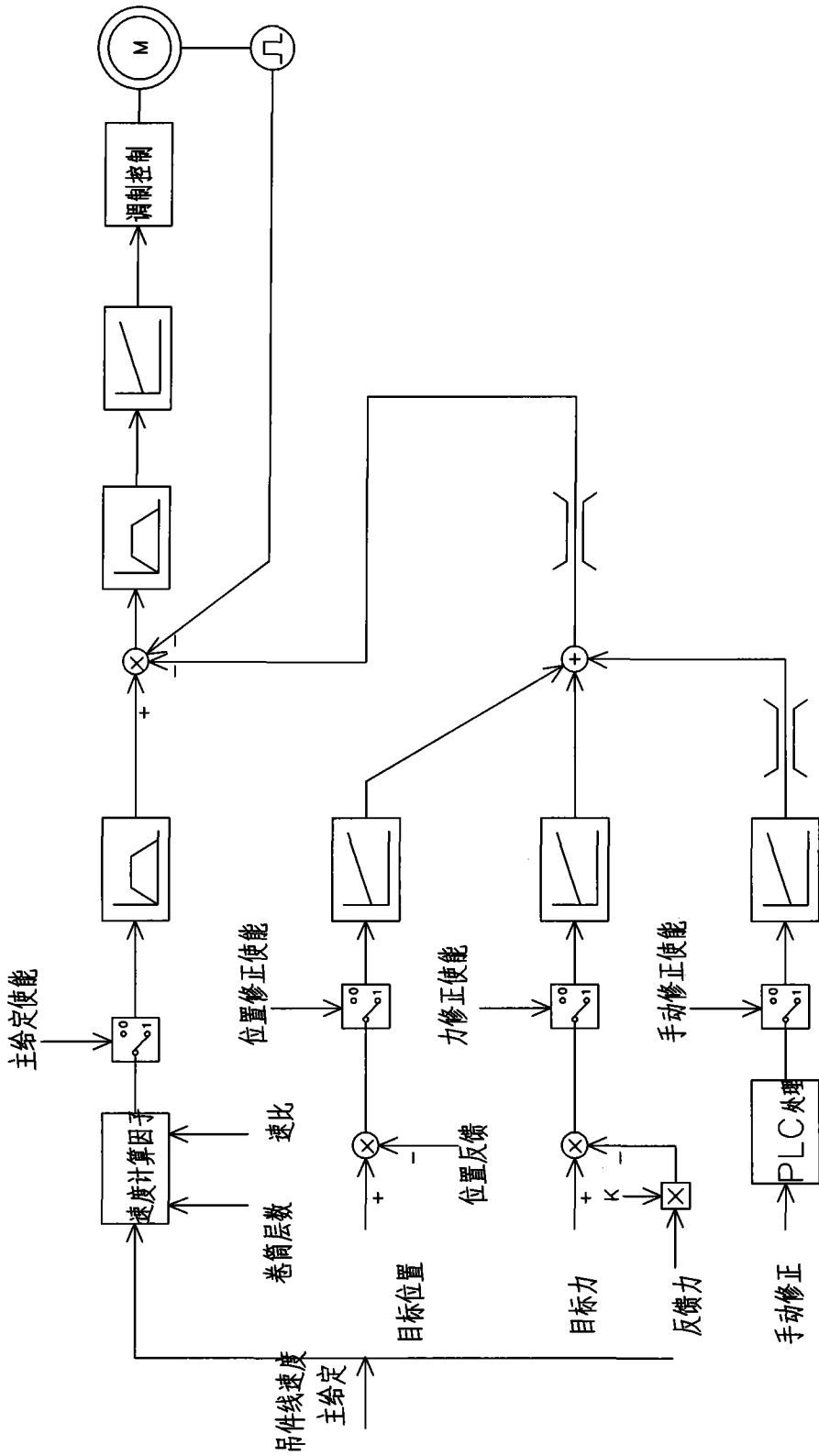


图1

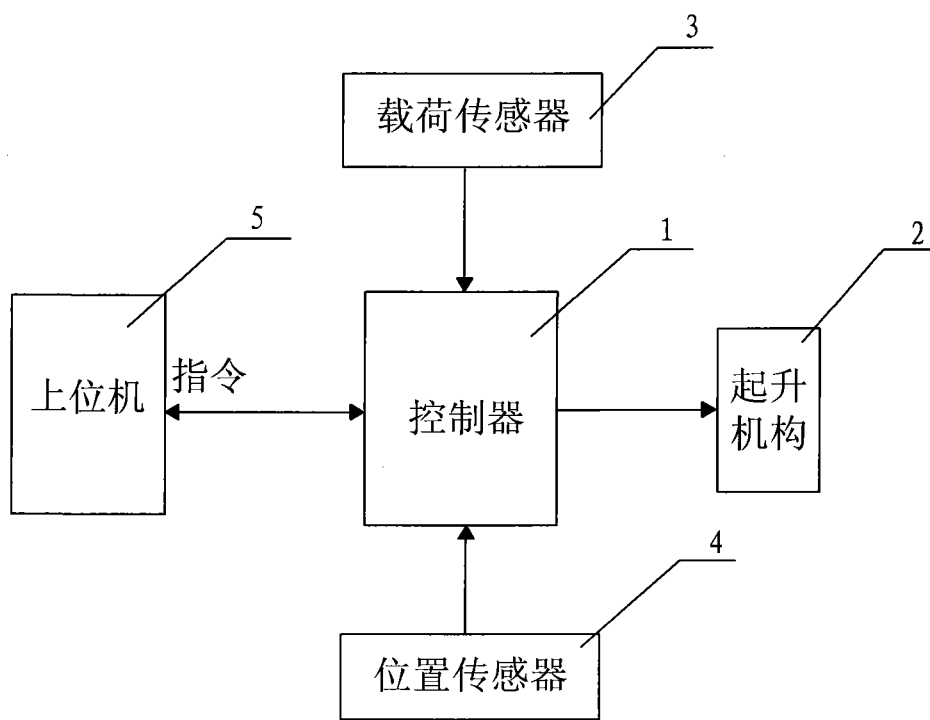


图2

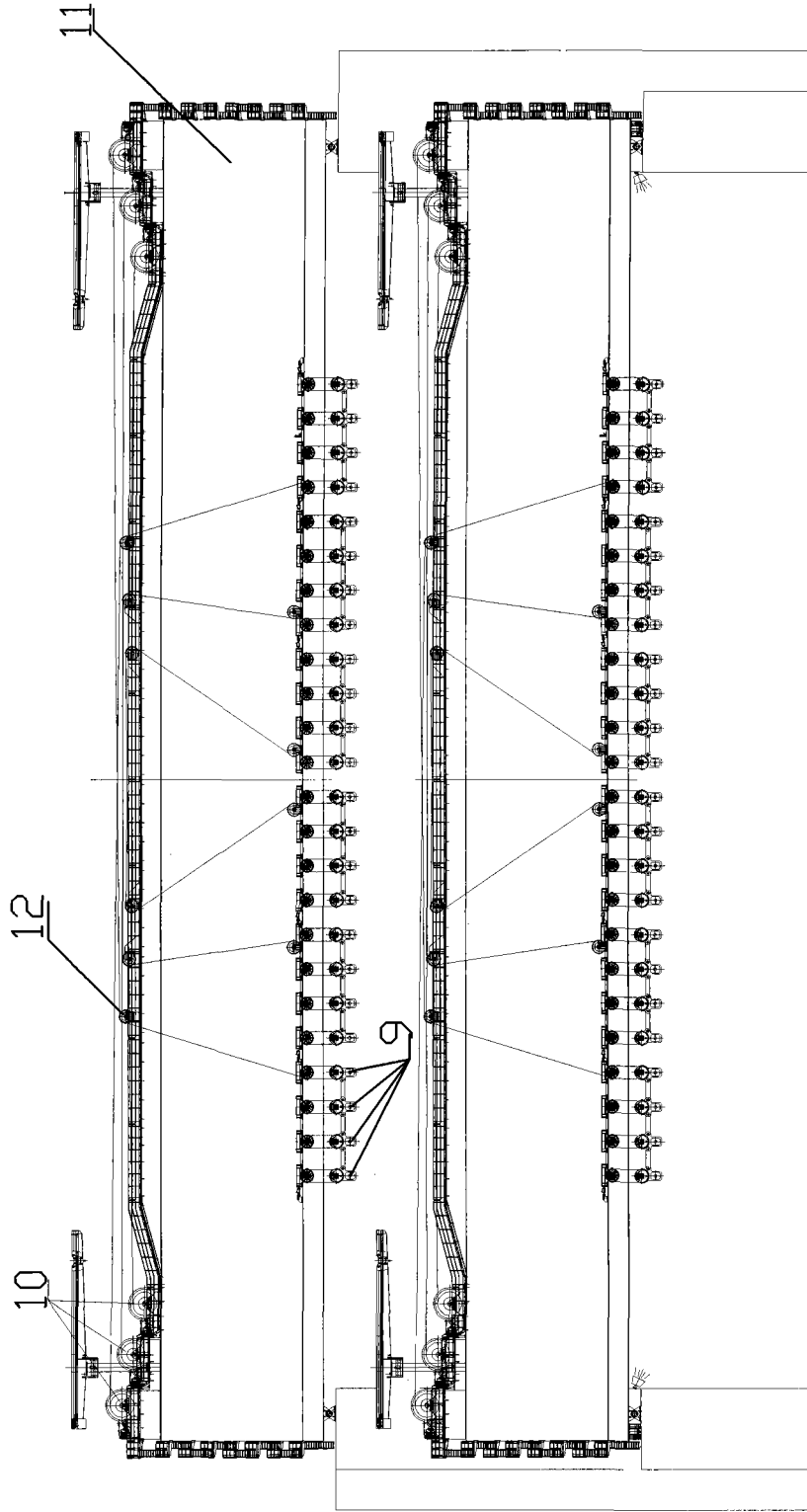


图4

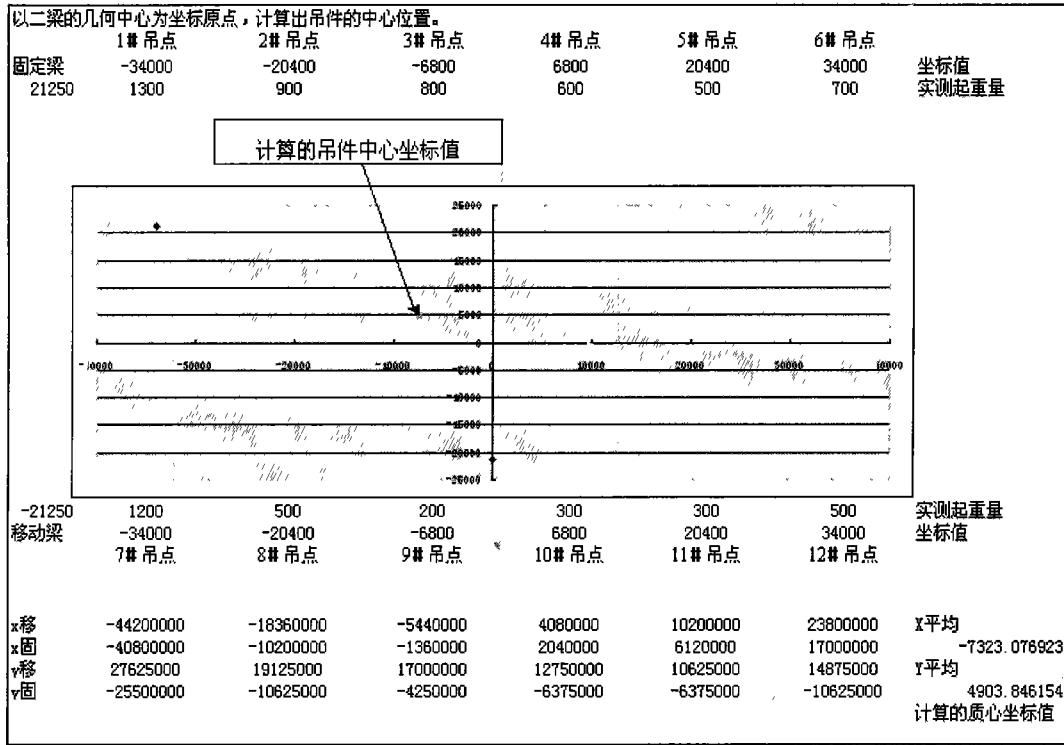


图 5

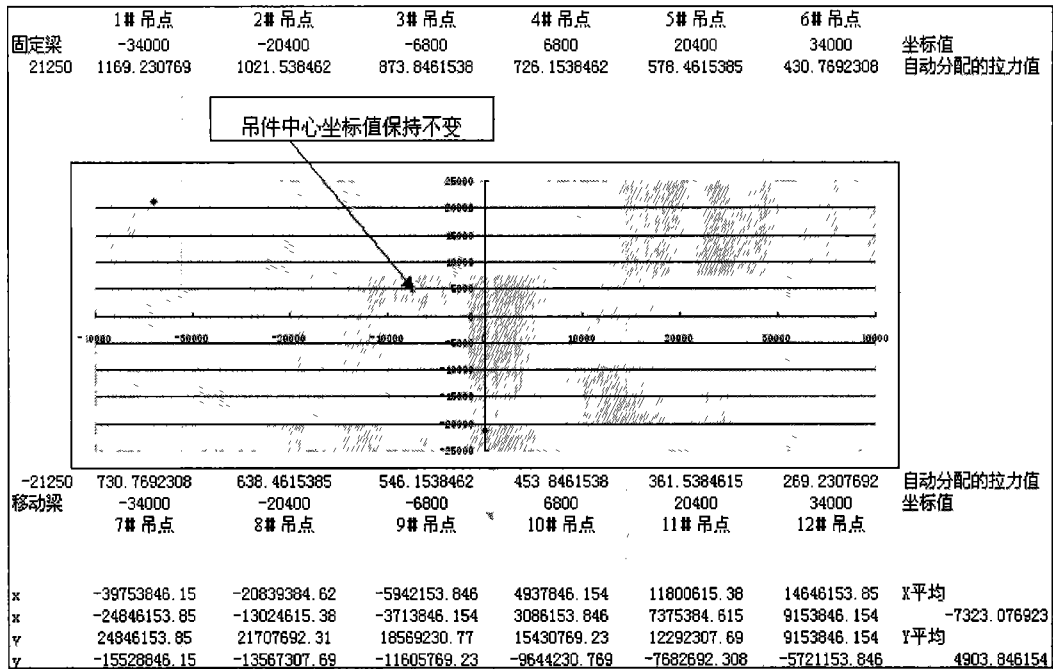


图 6