



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111332970 B

(45) 授权公告日 2021.06.08

(21) 申请号 201911364847.7

B66D 1/48 (2006.01)

(22) 申请日 2019.12.26

审查员 邢大伟

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 111332970 A

(43) 申请公布日 2020.06.26

(73) 专利权人 武汉港迪电气传动技术有限公司

地址 430223 湖北省武汉市东湖新技术开发区理工大科技园理工园路6号

专利权人 武汉港迪电气有限公司

(72) 发明人 谢鸣 李小松 曾国庆

(74) 专利代理机构 武汉开元知识产权代理有限公司

公司 42104

代理人 潘杰 胡艺

(51) Int. Cl.

B66D 1/12 (2006.01)

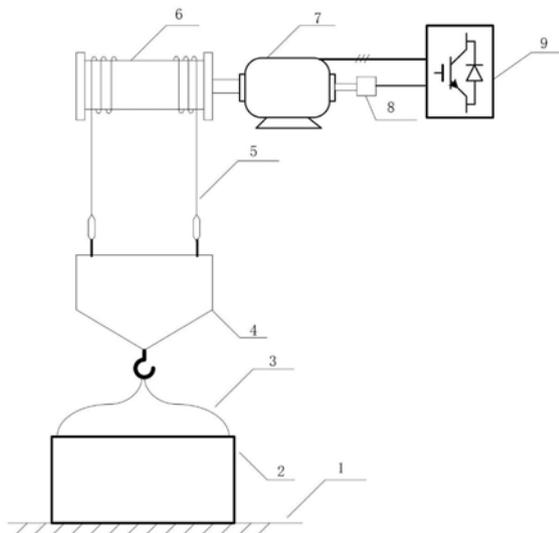
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

## (54) 发明名称

一种快速平稳起吊重物的方法

## (57) 摘要

本发明公开了一种快速平稳起吊重物的方法,在起升机构制动器打开且运行方向为向上时,若负载转矩小于预设的松绳转矩,则进一步获取负载转矩小于预设的松绳转矩的持续时间是否大于松绳检测时间,若是则进入平稳起升模式;平稳起升模式运行中,若负载转矩大于预设的紧绳转矩,获取负载转矩大于预设的紧绳转矩的持续时间是否大于紧绳检测时间,则进入快减速模式;在快减速模式运行中,减速至加载减速目标速度,持续判断本次负载转矩与上一周期的负载转矩之差是否小于全加载负载波动带宽,若第三持续时间大于全加载负载检测时间,则退出平稳起升模式,重物按照原速度指令运行。本发明节约了操作人员低速点动张紧钢丝绳所浪费的时间,提高了工作效率。



1. 一种快速平稳起吊重物的方法,起重机的吊钩4通过吊重钢丝绳3连接放置在地面1上的重物2,起重机钢丝绳5的一端连接所述吊钩4,另一端缠绕设置在卷筒6上,所述卷筒由起升机构电机驱动,所述起升机构电机7由变频器9驱动,其特征在于,变频器控制所述起升机构电机7的方法包括,在起升机构制动器打开且运行方向为向上时,实时获取负载转矩T,进入如下步骤:

判断所述负载转矩T是否小于预设的松绳转矩T1,若是,则进一步获取所述负载转矩T小于预设的松绳转矩T1的持续时间,记为第一持续时间,若所述第一持续时间大于松绳检测时间t1,则进入平稳起升模式;

在平稳起升模式运行中,判断负载转矩T是否大于预设的紧绳转矩T2,若是,则进一步获取负载转矩T大于预设的紧绳转矩T2的持续时间,记为第二持续时间,若所述第二持续时间大于紧绳检测时间t2,则进入快减速模式;

在快减速模式运行中,减速时间为正常减速时间的1/N,N为快减速比例系数,减速至加载减速目标速度Vcmd1,并持续判断本次负载转矩T与上一周期的负载转矩T之差是否小于全加载负载波动带宽B1,若上述条件成立,则累积其成立的持续时间,记为第三持续时间,若所述第三持续时间大于全加载负载检测时间t3,则判断重物已经离地,退出平稳起升模式,重物按照原速度指令Vcmd2运行。

2. 根据权利要求1所述的一种快速平稳起吊重物的方法,其特征在于:所述预设的松绳转矩T1、所述松绳检测时间t1、所述预设的紧绳转矩T2、所述紧绳检测时间t2、所述全加载负载检测时间t3、所述加载减速目标速度Vcmd1、正常减速时间均为人工预设在该变频器内的数值。

3. 根据权利要求1所述的一种快速平稳起吊重物的方法,其特征在于:所述起升机构电机7和所述卷筒6之间还设有减速机构。

4. 根据权利要求1或3所述的一种快速平稳起吊重物的方法,其特征在于,实时获取的所述负载转矩T等于实际的负载转矩 $T_L$ 或估算值 $\hat{T}_L$ 。

5. 根据权利要求4所述的一种快速平稳起吊重物的方法,其特征在于,所述负载估算值 $\hat{T}_L$ 的计算方法为:

$$\hat{T}_L = \text{LPF}(T_e - J s \cdot \omega_m)$$

其中,LPF代表低通滤波, $T_e$ 是变频器9控制起升机构电机7产生的电磁转矩,J为减速机构以及起升机构电机7的合成转动惯量,s为微分算子, $\omega_m$ 为起升机构电机7的实际转速。

6. 根据权利要求1所述的一种快速平稳起吊重物的方法,其特征在于:所述起升机构电机7设有编码器8和机械制动器。

7. 根据权利要求1所述的一种快速平稳起吊重物的方法,其特征在于:所述全加载负载波动带宽B1小于起升机构电机7额定转矩的10%。

8. 根据权利要求1所述的一种快速平稳起吊重物的方法,其特征在于:所述快减速比例系数N为大于1的人工设定参数。

## 一种快速平稳起吊重物的方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于应用于起重机起升机构上的控制方法,用于提高将重物拉离地面时操作的效率。

### 背景技术

[0002] 目前,在起重机领域,被操作的重物很多情况下是通过柔性的钢丝绳或者起重带与起重机发生联系。为了将重物通过吊钩或吊具悬挂在起重机上,通常需要让钢丝绳处于松弛的状态,以方便悬挂操作。在重物被起重机拉离地面的过程中,钢丝绳会从松弛的状态变为张紧的状态,对于起重机而言是一个负载从轻载变化到重载的过程。如果在钢丝绳是在高速运行的情况下将重物拉离地面,那么负载的快速变化会对钢丝绳、钢丝绳所附着的起重机以及起重机所附着的建筑结构都产生较大的冲击。因此,起重机操作人员在将重物拉离地面时都会按照首先将钢丝绳逐渐张紧、重物明显离地再高速起升的方式进行操作,以确保冲击最小。但是,这样的操作方式明显降低了工作效率。

### 发明内容:

[0003] 为了克服上述背景技术的缺陷,本发明提供一种快速平稳起吊重物的方法,能够效率更高的将重物从地面拉离,且保证对钢丝绳、起重机以及起重机所附着的建筑结构冲击较小。

[0004] 为了解决上述技术问题本发明的所采用的技术方案为:

[0005] 一种快速平稳起吊重物的方法,起重机的吊钩通过吊重钢丝绳3 连接放置在地面上的重物,起重机钢丝绳的一端连接吊钩,另一端缠绕设置在卷筒上,卷筒由起升机构点击驱动,起升机构电机由变频器驱动,变频器控制起升机构电机的方法包括,在起升机构制动器打开且运行方向为向上时,实时获取负载转矩 $T$ ,进入如下步骤:

[0006] 判断负载转矩 $T$ 是否小于预设的松绳转矩 $T_1$ ,若是,则进一步获取负载转矩 $T$ 小于预设的松绳转矩 $T_1$ 的持续时间,记为第一持续时间,若第一持续时间大于松绳检测时间 $t_1$ ,则进入平稳起升模式;

[0007] 在平稳起升模式运行中,判断负载转矩 $T$ 是否大于预设的紧绳转矩 $T_2$ ,若是,则进一步获取负载转矩 $T$ 大于预设的紧绳转矩 $T_2$ 的持续时间,记为第二持续时间,若第二持续时间大于紧绳检测时间 $t_2$ ,则进入快减速模式;

[0008] 在快减速模式运行中,减速时间为正常减速时间的 $1/N$ , $N$ 为快减速比例系数,减速至加载减速目标速度 $V_{cmd1}$ ,并持续判断本次负载转矩 $T$ 与上一周期的负载转矩 $T$ 之差是否小于全加载负载波动带宽  $B_1$ ,若上述条件成立,则累积其成立的持续时间,记为第三持续时间,若第三持续时间大于全加载负载检测时间 $t_3$ ,则判断重物已经离地,退出平稳起升模式,重物按照原速度指令 $V_{cmd2}$ 运行。

[0009] 较佳地,预设的松绳转矩 $T_1$ 、松绳检测时间 $t_1$ 、预设的紧绳转矩 $T_2$ 、紧绳检测时间 $t_2$ 、全加载负载检测时间 $t_3$ 、加载减速目标速度 $V_{cmd1}$ 、正常减速时间均为人工预设

器内的数值。

[0010] 较佳地,起升机构电机和卷筒之间还设有减速机构。

[0011] 较佳地,实时获取的负载转矩 $T$ 等于实际的负载转矩 $T_L$ 或估算值 $\hat{T}_L$ 。

[0012] 较佳地,负载估算值 $\hat{T}_L$ 的计算方法为:

$$[0013] \quad \hat{T}_L = \text{LPF}(T_e - J s \cdot \omega_m)$$

[0014] 其中,LPF代表低通滤波, $T_e$ 是变频器控制起升机构电机产生的电磁转矩, $J$ 为减速机构以及起升机构电机的合成转动惯量, $s$ 为微分算子, $\omega_m$ 为起升机构电机的实际转速。

[0015] 较佳地, $\omega_m$ 为估算转速 $\frac{1}{Js}(T_e - T_L)$ ,其中, $T_L$ 为实际的负载转矩。

[0016] 较佳地,起升机构电机设有编码器和机械制动器。

[0017] 较佳地,全加载负载波动带宽 $B1$ 小于起升机构电机额定转矩的 10%。

[0018] 较佳地,快减速比例系数 $N$ 为大于1的人工设定参数。

[0019] 本发明的有益效果在于:能够允许起重机操作人员在执行将重物从地面拉起操作时时以全速运行钢丝绳,在钢丝绳开始张紧时本方法能够迅速降低起升的钢丝绳的速度,在低速张紧钢丝绳、重物完全离地后再全速起升。通过本方法节约了操作人员低速点动张紧钢丝绳所浪费的时间,提高了工作效率。

## 附图说明

[0020] 图1是本发明实施例控制对象的原理图,

[0021] 图2是本发明实施例的控制方法的变化波形图,

[0022] 图3为本发明实施例中实际负载转矩估算值 $\hat{T}_L$ 和起升机构电机估算转速的计算方法流程图。

[0023] 图1中:1-地面,2-重物,3-吊重钢丝绳,4-吊钩,5-起重机钢丝绳,6-卷筒,7-起升机构电机,8-编码器,9-变频器。

## 具体实施方式

[0024] 下面结合附图和实施例对本发明做进一步的说明。

[0025] 由图1所示,重物2放置在地面1之上,重物2通过吊重钢丝绳3连接到起重机的吊钩4上,吊重钢丝绳3通常需要调整为松弛的状态以方便挂在吊钩4上,吊钩4连接在起重机钢丝绳3下端,起重机钢丝绳3的上端缠绕在卷筒6上,卷筒6一般会通过减速机构(图中未示出)与起升机构电机7连接,起升机构电机7配备有编码器8和机械制动器(图中未示出),起升机构电机7一般由变频器9驱动,驱动的方式一般为矢量控制,变频器9中存储如下技术方案:

[0026] 图2为本实施例的一个完整的执行过程中电机速度和负载转矩的变化波形,下面结合图2来具体说明本发明的实施方式,本实施例的方法应用于起升机构时,只会应用于起升机构在做上升运动时,因为下降运动时不需要该功能。另外,只有在起升机构电机7的机械制动器打开时才能应用,因为在做上升运动的开始阶段,机械制动器从关闭到打开的短

暂时间内,机械制动器基本等效为一个很大的负载,所以此时也不能开启本功能。

[0027] 当起升机构制动器打开且运行方向为向上时,此时目标速度给定值为 $V_{cmd2}$ ,首先进行是否进入平稳起升模式的判断,如果检测到的负载转矩 $T$ 大于松绳转矩 $T_1$ , (松绳转矩 $T_1$ 可以在起重机没有吊重物、只有空吊钩的情况下进行标定),则认为吊钩4上已经悬吊有重物2且已经离开地面1了,这说明吊重吊重钢丝绳3已经是张紧的状态,不进入平稳起升模式。此时,如果检测到的负载转矩 $T$ 小于松绳转矩 $T_1$ ,则启动定时器并且判断定时器的累计时间是否大于预设的松绳检测时间 $t_1$  (松绳检测时间 $t_1$ 可根据实际情况进行设定,本实施例设为0.5秒),如果大于 $t_1$ 则说明此时的吊重吊重钢丝绳3处于松弛状态,可以进入平稳起升模式,否则不进入平稳起升模式。

[0028] 在进入平稳起升模式后,需要随时判断吊重吊重钢丝绳3是否开始张紧,判断的依据是负载转矩 $T$ 大于紧绳转矩 $T_2$  (紧绳转矩 $T_2$ 的设定首先要大于松绳转矩 $T_1$ ,且不能过大,一般小于起升机构电机7 额定转矩的30%)且持续时间超过紧绳检测时间 $t_2$  (紧绳检测时间 $t_2$ 可根据实际情况进行设定,本实施例设为0.2秒),当以上条件满足时,说明吊重吊重钢丝绳3开始张紧了,此时需要进入快减速模式,在低速下完全张紧吊重吊重钢丝绳3,以减轻对各相关机构的冲击。

[0029] 在快减速模式下,目标速度给定值为加载减速目标速度 $V_{cmd1}$  (加载减速目标速度 $V_{cmd1}$ 可根据实际情况进行设定,本实施例设为起升机构电机7额定转速的5%)快减速斜坡速度给定的斜率 $K_1$ 是正常减速斜坡速度给定斜率 $K_2$ 的 $N$ 倍 (这里 $N>1$ ,且通常设定时,正常加速斜坡速度给定斜率与正常减速斜坡速度给定斜率相同)。当减速至加载减速目标速度 $V_{cmd1}$ 时,持续判断本次负载转矩 $T$ 与上一周期的负载转矩 $T$ 之差是否小于全加载负载波动带宽 $B_1$  (全加载负载波动带宽 $B_1$ 可根据实际情况进行设定,一般小于起升机构电机7 额定转矩的10%,这么做是因为吊重钢丝绳具有弹性,在从松弛到完全张紧时会产生抖动,反映在负载转矩上是有振荡现象的),当以上条件满足且持续时间大于全加载负载检测时间 $t_3$ ,则认为重物已经离地且吊重钢丝绳已经稳定张紧,退出平稳起升模式,重物从 $V_{cmd1}$  向速度原速度指令 $V_{cmd2}$ 运行。

[0030] 本实施例中负载转矩 $T$ 等于实际的负载转矩 $T_L$ ,或用如下方法估算值检测其估算值 $\hat{T}_L$ :

[0031] 从起升机构电机7产生的电磁转矩到起升机构电机7的转速的传递函数框图如图3所示,一般的,起升机构的卷筒6,减速机构以及起升机构电机7具有合成转动惯量 $J$ ,该值的获取方法有很多,即可以通过机械计算的方法获得,也可以通过变频器驱动电机自整定获得,由于都是公知的方法,这里不详细描述。图中 $T_e$ 是变频器9控制起升机构电机7产生的电磁转矩,图中 $\omega_m$ 等于起升机构电机7的实际转速或者估算转速,通常,变频器9在采用公知的矢量控制方法时, $T_e$ 和 $\omega_m$ 是容易获得的。 $T_L$ 为实际的负载转矩,LPF为低通滤波器, $\hat{T}_L$ 为估算的负载转矩。由图3可得如下的公式:

$$[0032] \quad \frac{1}{Js} (T_e - T_L) = \omega_m$$

[0033] 由于在上式中 $J$ 、 $T_e$ 和 $\omega_m$ 为已知量,因此可以求出实际负载转矩的 $T_L$ 的估算值 $\hat{T}_L$

$$[0034] \quad \hat{T}_L = LPF(T_e - Js \cdot \omega_m)$$

[0035] 其中 $s$ 为微分算子,由于引入了微分运算,在数字系统实现时会产生毛刺,因此用低通滤波器LPF进行平滑处理,采用了这种负载转矩检测方法后,可以在起升机构电机7的加减速过程中计算出负载转矩。

[0036] 本发明中快减速比例系数 $N$ 为大于1的人工设定参数,具体确定方法如下:

[0037] 正常加减速斜坡速度给定斜率 $K_2$ ,该值的确定需要考虑到起升机构电机7带额定负载、以额定速度下降时制动单元和制动电阻的容量,以此时变频器9不报过压故障为准。快减速斜坡速度给定的斜率  $K_1$ 要大于 $K_2$ ,即 $N>1$ ,但也不能使变频器9报过压故障,由于在本发明的快减速过程中负载本身就具有阻碍速度上升的作用,因此 $K_1$  的确定首先以空吊钩时变频器9不报过压故障的最大值选取,在这个基础之上如果还需要提高减速的斜率,就需要在紧绳转矩 $T_2$ 和紧绳检测时间 $t_2$ 设定好之后,挂上一定重量的重物,执行平稳起升功能,以变频器9不报过压故障的最大值选取。

[0038] 应当理解的是,对本领域普通技术人员来说,可以根据上述说明加以改进或变换,而所有这些改进和变换都应属于本发明所附权利要求的保护范围。

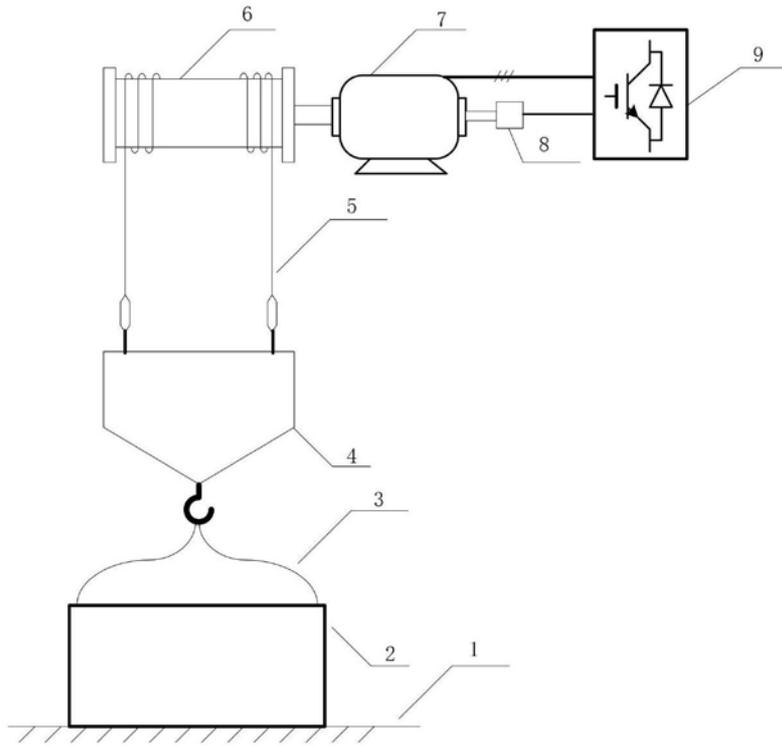


图1

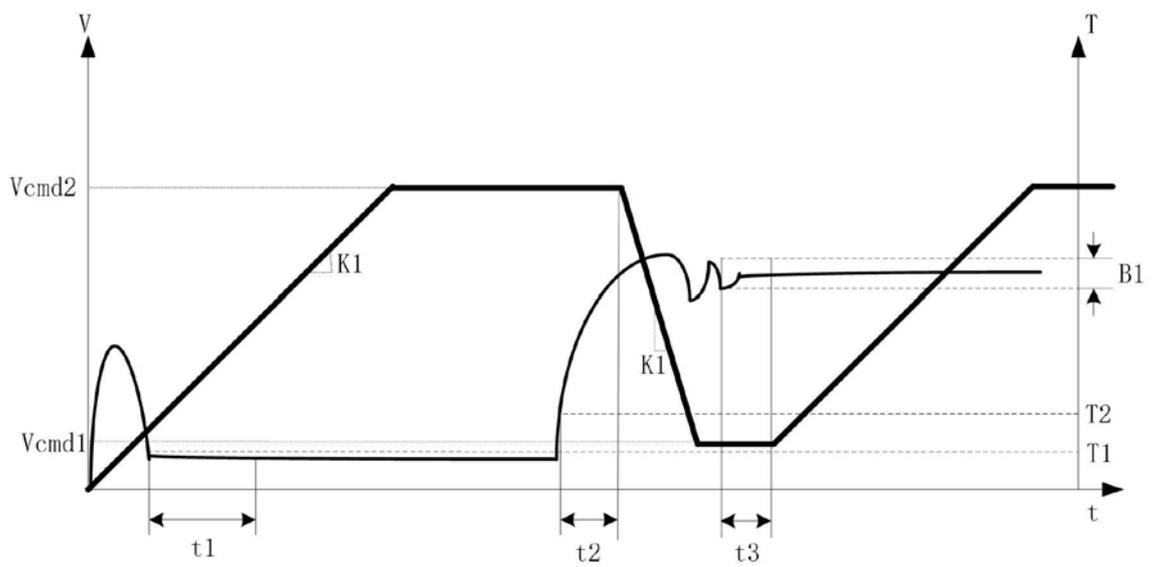


图2

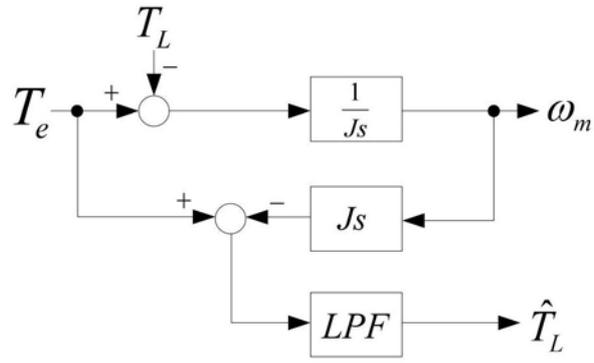


图3