



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102491178 B

(45) 授权公告日 2014. 07. 09

(21) 申请号 201110421446. 8

CN 201882830 U, 2011. 06. 29, 全文.

(22) 申请日 2011. 12. 15

US 2008/0156761 A1, 2008. 07. 03, 全文.

(73) 专利权人 中联重科股份有限公司

审查员 回彩娟

地址 410013 湖南省长沙市岳麓区银盆南路
361 号

(72) 发明人 詹纯新 刘权 张建军 李义
李英智 郭纪梅

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限
责任公司 11240

代理人 吴贵明 余刚

(51) Int. Cl.

B66C 13/22 (2006. 01)

B66C 23/84 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 102275824 A, 2011. 12. 14, 说明书第
[0018] 段~ [0035] 段, 附图 1-4.

CN 101219758 A, 2008. 07. 16, 全文.

CN 102145857 A, 2011. 08. 10, 全文.

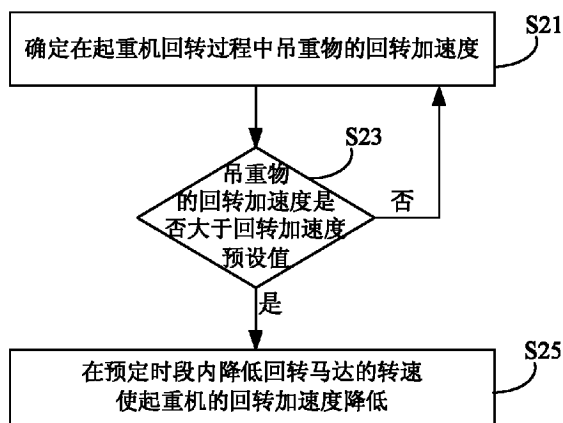
权利要求书2页 说明书6页 附图5页

(54) 发明名称

起重机回转控制的方法与系统

(57) 摘要

本发明提供了一种起重机回转控制的方法与系统,用以解决现有技术中吊重物的动能对于起重机的稳定性有较大影响的问题。该方法包括:确定在起重机回转过程中,吊重物的回转加速度或回转合力;在所述回转加速度大于回转加速度预设值的情况下,或者在所述回转合力大于回转合力预设值的情况下,在设定时段内降低回转马达的转速使所述起重机的回转加速度降低。采用本发明的技术方案,有助于避免吊重物的动能对起重机整体稳定性或局部稳定性破坏性的影响。



1. 一种起重机回转控制的方法,其特征在于,包括:

确定在起重机回转过程中,吊重物的回转加速度或回转合力;

在所述回转加速度大于回转加速度预设值的情况下或者在所述回转合力大于回转合力预设值的情况下,在设定时段内降低回转马达的转速使所述起重机的回转加速度降低;

所述回转加速度预设值根据如下方式确定:

根据不等式 $\frac{N}{\varphi A} + \left(\frac{M_x + F_h \cos \beta \times R}{W_x} \right) + \left(\frac{M_y + F_h \cos \alpha \times H \times \tan \alpha}{W_y} \right) \leq [\sigma]$ 确定 F_h 的最大

值;其中: N 表示作用在吊臂上的轴向力, φ 表示吊臂轴心受压稳定系数, A 表示吊臂轴向应力, M_x 、 M_y 表示计算截面上对强轴 x 轴和对弱轴 y 轴的弯矩, α 表示切向偏角, β 表示向心偏角, H 表示吊绳竖直时吊重物重心到吊臂头部的距离, W_x 表示按受压纤维确定的对强轴 x 轴截面毛抗弯模量, W_y 表示按受压纤维确定的对弱轴 y 轴截面毛抗弯模量, F_h 表示吊重物的回转合力, $[\sigma]$ 表示吊臂允许最大应力, R 表示吊重物的回转半径;

将 F_h 的最大值与所述吊重物的质量之比作为所述回转加速度预设值。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,确定在起重机回转过程中吊重物的回转加速度包括:

在回转操作指令存续期间选择先后的第一时间点和第二时间点;

根据检测得到的回转马达转速或传动齿轮转速确定所述吊重物在所述第一时间点和第二时间点的回转线速度;

将所述吊重物在所述第一时间点和所述第二时间点的回转线速度差值和所述第一时间点和所述第二时间点之间的时间差值的比值作为所述吊重物的回转加速度。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,确定在起重机回转过程中吊重物的回转合力包括:

在回转操作指令存续期间选择先后的第一时间点和第二时间点;

根据所述吊重物在所述第一时间点和所述第二时间点的回转线速度差值确定所述吊重物在所述第一时间点和第二时间点之间的动能增量;

根据所述动能增量、所述回转线速度差值和所述第一时间点和所述第二时间点之间的时间差值确定所述吊重物的回转合力。

4. 根据权利要求1或3所述的方法,其特征在于,所述回转合力预设值根据如下方式确定:

根据 $\frac{N}{\varphi A} + \left(\frac{M_x + F_h \cos \beta \times R}{W_x} \right) + \left(\frac{M_y + F_h \cos \alpha \times H \times \tan \alpha}{W_y} \right) \leq [\sigma]$ 计算 F_h 的最大值,将该

F_h 的最大值作为所述回转合力预设值;其中: N 表示作用在吊臂上的轴向力, φ 表示吊臂轴心受压稳定系数, A 表示吊臂轴向应力, M_x 、 M_y 表示计算截面上对强轴 x 轴和对弱轴 y 轴的弯矩, α 表示切向偏角, β 表示向心偏角, H 表示吊绳竖直时吊重物重心到吊臂头部的距离, W_x 表示按受压纤维确定的对强轴 x 轴截面毛抗弯模量, W_y 表示按受压纤维确定的对弱轴 y 轴截面毛抗弯模量, F_h 表示吊重物的回转合力, $[\sigma]$ 表示吊臂允许最大应力, R 表示吊重物的回转半径。

5. 一种起重机回转控制的系统,其特征在于,包括:

确定模块,用于确定在起重机回转过程中,吊重物的回转加速度或回转合力;

控制模块,用于在所述回转加速度大于回转加速度预设值的情况下,或者在所述回转合力大于回转合力预设值的情况下,在设定时段内降低回转马达的转速使所述起重机的回转加速度降低;

所述确定模块还用于:

根据不等式 $\frac{N}{\varphi A} + \left(\frac{M_x + F_h \cos \beta \times R}{W_x} \right) + \left(\frac{M_y + F_h \cos \alpha \times H \times \tan \alpha}{W_y} \right) \leq [\sigma]$ 确定 F_h 的最大

值,将 F_h 的最大值与所述吊重物的质量之比作为所述回转加速度预设值;

其中: N 表示作用在吊臂上的轴向力, φ 表示吊臂轴心受压稳定系数, A 表示吊臂轴向应力, M_x 、 M_y 表示计算截面上对强轴 x 轴和对弱轴 y 轴的弯矩, α 表示切向偏角, β 表示向心偏角, H 表示吊绳竖直时吊重物重心到吊臂头部的距离, W_x 表示按受压纤维确定的对强轴 x 轴截面毛抗弯模量, W_y 表示按受压纤维确定的对弱轴 y 轴截面毛抗弯模量, F_h 表示吊重物的回转合力, $[\sigma]$ 表示吊臂允许最大应力, R 表示吊重物的回转半径。

6. 根据权利要求 5 所述的系统,其特征在于,所述确定模块还用于:

在回转操作指令存续期间选择先后的第一时间点和第二时间点;

根据检测得到的回转马达转速或传动齿轮转速确定所述吊重物在所述第一时间点和第二时间点的回转线速度;

将所述吊重物在所述第一时间点和所述第二时间点的回转线速度差值和所述第一时间点和所述第二时间点之间的时间差值的比值作为所述吊重物的回转加速度。

7. 根据权利要求 5 所述的系统,其特征在于,所述确定模块还用于:

在回转操作指令存续期间选择先后的第一时间点和第二时间点;

根据所述吊重物在所述第一时间点和所述第二时间点的回转线速度差值确定所述吊重物在所述第一时间点和第二时间点之间的动能增量;

根据所述动能增量、所述回转线速度差值和所述第一时间点和所述第二时间点之间的时间差值确定所述吊重物的回转合力。

8. 根据权利要求 5 或 7 所述的系统,其特征在于,所述确定模块还用于根据如下方式确定回转合力预设值:

根据 $\frac{N}{\varphi A} + \left(\frac{M_x + F_h \cos \beta \times R}{W_x} \right) + \left(\frac{M_y + F_h \cos \alpha \times H \times \tan \alpha}{W_y} \right) \leq [\sigma]$ 计算 F_h 的最大值,将该

F_h 的最大值作为所述回转合力预设值;

其中: N 表示作用在吊臂上的轴向力, φ 表示吊臂轴心受压稳定系数, A 表示吊臂轴向应力, M_x 、 M_y 表示计算截面上对强轴 x 轴和对弱轴 y 轴的弯矩, α 表示切向偏角, β 表示向心偏角, H 表示吊绳竖直时吊重物重心到吊臂头部的距离, W_x 表示按受压纤维确定的对强轴 x 轴截面毛抗弯模量, W_y 表示按受压纤维确定的对弱轴 y 轴截面毛抗弯模量, F_h 表示吊重物的回转合力, $[\sigma]$ 表示吊臂允许最大应力, R 表示吊重物的回转半径。

起重机回转控制的方法与系统

技术领域

[0001] 本发明涉及工程机械控制技术领域,特别地涉及一种起重机回转控制的方法与系统。

背景技术

[0002] 起重机是一种常见的工程机械,其具有回转平台以及起吊装置,能够将吊重物起升至一定高度以满足工程建设中的需要。现有技术中的起重机的一种简化结构如图 1 所示,图 1 是根据现有技术中的起重机的简化结构的示意图。

[0003] 图 1 中示出了起重机的支腿 11、回转平台 12、吊臂 13、吊臂头 14、连接在吊臂头与重物之间的吊绳 15,并同时示出了吊重物 16。在回转过程中,回转平台绕直线 L 转动,该线 L 垂直于回转平面并经过回转平台的回转中心 O。

[0004] 相关技术中为了保证起重机作业的稳定性的方案。在实现本发明的过程中,发明人发现,在起重机的吊重作业过程中,吊重物的动能对于起重机的稳定性也有较大影响。但是如何减小吊重物的动能对于起重机的稳定性的影响,相关技术中尚未提出有效解决方案。

发明内容

[0005] 本发明的主要目的是提供一种起重机回转控制的方法与系统,以减小吊重物的动能对于起重机的稳定性的影响。

[0006] 为了实现上述目的,根据本发明的一个方面,提供了一种起重机回转控制的方法。

[0007] 本发明的起重机回转控制的方法包括:确定在起重机回转过程中,吊重物的回转加速度或回转合力;在所述回转加速度大于回转加速度预设值的情况下或者在所述回转合力大于回转合力预设值的情况下,在设定时段内降低回转马达的转速使所述起重机的回转加速度降低。

[0008] 进一步地,确定起重机在回转过程中的回转加速度包括:在回转操作指令存续期间选择先后的第一时间点和第二时间点;根据检测得到的回转马达转速或传动齿轮转速确定所述吊重物在所述第一时间点和第二时间点的回转线速度;将所述吊重物在所述第一时间点和所述第二时间点的回转线速度差值和所述第一时间点和所述第二时间点之间的时间差值的比值作为所述回转加速度。

[0009] 进一步地,所述回转加速度预设值根据如下方式确定:

[0010] 根据不等式
$$\frac{N}{\varphi A} + \left(\frac{M_x + F_h \cos \beta \times R}{W_x} \right) + \left(\frac{M_y + F_h \cos \alpha \times H \times \tan \alpha}{W_y} \right) \leq [\sigma]$$
 确定 F_h 的

最大值;其中: N 表示作用在吊臂上的轴向力, φ 表示吊臂轴心受压稳定系数, A 表示吊臂轴向应力, M_x 、 M_y 表示计算截面上对强轴 x 轴和对弱轴 y 轴的弯矩, α 表示切向偏角, β 表示向心偏角, H 表示吊绳竖直时重物重心到吊臂头部的距离, W_x 表示按受压纤维确定的对强轴 x 轴截面毛抗弯模量, W_y 表示按受压纤维确定的对弱轴 y 轴截面毛抗弯模量, F_h 表示吊重物

的回转合力, $[\sigma]$ 表示吊臂允许最大应力; 将 F_h 的最大值与所述吊重物的质量之比作为所述回转加速度预设值。

[0011] 进一步地, 确定起重机在回转过程中的回转合力包括: 在回转操作指令存续期间选择先后的第一时间点和第二时间点; 根据所述吊重物在所述第一时间点和所述第二时间点的回转线速度差值确定所述吊重物在所述第一时间点和第二时间点之间的动能增量; 根据所述动能增量、所述回转线速度差值和所述第一时间点和所述第二时间点之间的时间差值确定所述回转合力。

[0012] 进一步地, 所述回转合力预设值根据如下方式确定: 根据

$$\frac{N}{\varphi A} + \left(\frac{M_x + F_h \cos \beta \times R}{W_x} \right) + \left(\frac{M_y + F_h \cos \alpha \times H \times \tan \alpha}{W_y} \right) \leq [\sigma]$$

计算 F_h 的最大值, 将该 F_h 的最大值作为所述回转合力预设值; 其中: N 表示作用在吊臂上的轴向力, φ 表示吊臂轴心受压稳定系数, A 表示吊臂轴向应力, M_x 、 M_y 表示计算截面上对强轴 x 轴和对弱轴 y 轴的弯矩, α 表示切向偏角, β 表示向心偏角, H 表示吊绳竖直时重物重心到吊臂头部的距离, W_x 表示按受压纤维确定的对强轴 x 轴截面毛抗弯模量, W_y 表示按受压纤维确定的对弱轴 y 轴截面毛抗弯模量, F_h 表示吊重物的回转合力, $[\sigma]$ 表示吊臂允许最大应力。

[0013] 根据本发明的另一方面, 提供了一种起重机回转控制的系统。

[0014] 本发明的起重机回转控制的系统包括: 确定模块, 用于确定在起重机回转过程中, 吊重物的回转加速度或回转合力; 控制模块, 用于在所述回转加速度大于回转加速度预设值的情况下, 或者在所述回转合力大于回转合力预设值的情况下, 在设定时段内降低回转马达的转速使所述起重机的回转加速度降低。

[0015] 进一步地, 所述确定模块还用于: 在回转操作指令存续期间选择先后的第一时间点和第二时间点; 根据检测得到的回转马达转速或传动齿轮转速确定所述吊重物在所述第一时间点和第二时间点的回转线速度; 将所述吊重物在所述第一时间点和所述第二时间点的回转线速度差值和所述第一时间点和所述第二时间点之间的时间差值的比值作为所述回转加速度。

[0016] 进一步地, 所述确定模块还用于:

[0017] 根据不等式
$$\frac{N}{\varphi A} + \left(\frac{M_x + F_h \cos \beta \times R}{W_x} \right) + \left(\frac{M_y + F_h \cos \alpha \times H \times \tan \alpha}{W_y} \right) \leq [\sigma]$$
 确定 F_h 的

最大值, 将 F_h 的最大值与所述吊重物的质量之比作为所述回转加速度预设值; 其中: N 表示作用在吊臂上的轴向力, φ 表示吊臂轴心受压稳定系数, A 表示吊臂轴向应力, M_x 、 M_y 表示计算截面上对强轴 x 轴和对弱轴 y 轴的弯矩, α 表示切向偏角, β 表示向心偏角, H 表示吊绳竖直时重物重心到吊臂头部的距离, W_x 表示按受压纤维确定的对强轴 x 轴截面毛抗弯模量, W_y 表示按受压纤维确定的对弱轴 y 轴截面毛抗弯模量, F_h 表示吊重物的回转合力, $[\sigma]$ 表示吊臂允许最大应力。

[0018] 进一步地, 所述确定模块还用于: 根据所述吊重物在所述第一时间点和所述第二时间点的回转线速度差值确定所述吊重物在所述第一时间点和第二时间点之间的动能增量; 根据所述动能增量、所述回转线速度差值和所述第一时间点和所述第二时间点之间的时间差值确定所述回转合力。

[0019] 进一步地,所述确定模块还用于根据如下方式确定回转合力预设值:根据 $\frac{N}{\varphi A} + \left(\frac{M_x + F_h \cos \beta \times R}{W_x} \right) + \left(\frac{M_y + F_h \cos \alpha \times H \times \tan \alpha}{W_y} \right) \leq [\sigma]$ 计算 F_h 的最大值,将该 F_h 的最大值作为所述回转合力预设值;其中: N 表示作用在吊臂上的轴向力, φ 表示吊臂轴心受压稳定系数, A 表示吊臂轴向应力, M_x 、 M_y 表示计算截面上对强轴 x 轴和对弱轴 y 轴的弯矩, α 表示切向偏角, β 表示向心偏角, H 表示吊绳竖直时重物重心到吊臂头部的距离, W_x 表示按受压纤维确定的对强轴 x 轴截面毛抗弯模量, W_y 表示按受压纤维确定的对弱轴 y 轴截面毛抗弯模量, F_h 表示吊重物的回转合力, $[\sigma]$ 表示吊臂允许最大应力。

[0020] 根据本发明的技术方案,确定在起重机回转过程中吊重物的回转加速度或回转合力,然后在回转加速度大于回转加速度预设值的情况下或者在回转合力大于回转合力预设值的情况下,在设定时段内降低回转马达的转速使起重机的回转加速度降低,从而实现了作业状态操纵的自动安全控制并且避免了由吊重物的动能带来的回转附加动态弯矩对吊臂稳定性带来的影响,提高了起重机作业的安全性。

附图说明

[0021] 说明书附图用来提供对本发明的进一步理解,构成本申请的一部分,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:

[0022] 图 1 是根据现有技术中的起重机的简化结构的示意图;

[0023] 图 2 是根据本发明实施例的起重机回转控制的方法的一种基本步骤示意图;

[0024] 图 3 是根据本发明实施例的起重机回转控制的方法的另一种基本步骤示意图;

[0025] 图 4 是与本发明实施例有关的吊重物的理想运行轨迹和实际运行轨迹的示意图;

[0026] 图 5 是与本发明实施例有关的重转平面俯视状态的示意图;

[0027] 图 6A 是与本发明实施例有关的吊重物切向力以及其他方向的力的示意图;

[0028] 图 6B 是与本发明实施例有关的吊重物向心力以及其他方向的力的示意图;

[0029] 图 7 是与本发明实施例有关的手柄摆转的示意图;以及

[0030] 图 8 是根据本发明实施例的起重机回转控制的系统的基本结构的示意图。

具体实施方式

[0031] 需要说明的是,在不冲突的情况下,本申请中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。下面将参考附图并结合实施例来详细说明本发明。

[0032] 在本实施例中,通过判断起重机回转过程中吊重物的回转加速度或回转合力是否大于预先设定的值来控制回转马达的转速,然后在设定时段内降低回转马达的转速从而使起重机的回转加速度降低。基本流程具体可采用图 2 或图 3 所示的步骤。

[0033] 图 2 是根据本发明实施例的起重机回转控制的方法的一种基本步骤示意图,如图 2 所示,主要包括如下步骤:

[0034] 步骤 S21:确定在起重机回转过程中吊重物的回转加速度。

[0035] 步骤 S23:判断吊重物的回转加速度是否大于回转加速度预设值,若是,则进入步骤 S25,否则返回步骤 S21。

[0036] 步骤 S25:在设定时段内降低回转马达的转速使起重机的回转加速度降低。本步

骤之后可以返回步骤 S21,如图 2 中所示。

[0037] 图 3 是根据本发明实施例的起重机回转控制的方法的另一种基本步骤示意图,如图 3 所示,主要包括如下步骤:

[0038] 步骤 S31:确定在起重机回转过程中吊重物的回转合力。

[0039] 步骤 S33:判断吊重物的回转合力是否大于回转合力预设值,若是,则进入步骤 S35,否则返回步骤 S31。

[0040] 步骤 S35:在设定时段内降低回转马达的转速使起重机的回转加速度降低。本步骤之后可以返回步骤 S31,如图 3 中所示。

[0041] 步骤 S31 中的回转合力是回转过程中吊重物的向心力与切向力的合力,向心力指向回转中心,切向力沿着回转圆周的切向。重物的实际运动轨迹为曲线,是向心力和切向力共同作用的结果。参考图 4 至图 6C,图 4 是与本发明实施例有关的吊重物的理想运行轨迹和实际运行轨迹的示意图。图 4 中,41 表示吊重物的理论运行轨迹,它是一个圆,圆心 42 即为起重机的回转中心。吊重物在实际工况下,可从起点 43 沿轨迹 44 到达终点 45,由于吊重物的摆动从而轨迹 44 形成不规则曲线。

[0042] 图 5 是与本发明实施例有关的回转平面俯视状态的示意图。图 5 中,51 表示吊重物的理论运行轨迹,它是一个圆,圆心 52 即为起重机的回转中心。在不考虑吊重物摆动的前提下,吊重物理论位置 54 与吊臂头部中心 53 在俯视的情况下重合(如图 5 所示)。但由于重物的摆动,其实际位置为 57,因此在轨迹 51 的法向和切向形成位移 55 和 56,由于这两个位移的存在,分别形成重物的实际位置与理论位置之间在轨迹 51 的法向形成的向心偏角以及在轨迹 51 的切向形成的切向偏角。

[0043] 图 6A 是与本发明实施例有关的吊重物切向力以及其他方向的力的示意图。图 6A 示出了起重机支腿 61、回转体 62、理论回转轨迹 63、吊重物 64、吊绳 65、吊臂 66 以及切向角度 67。图 6A 还示出了重物向心力 F_r 、重物切向力 F_a ,二者合成得到的重物回转合力 F_h ,另外还有重物受到的重力 G 。图 6B 是与本发明实施例有关的吊重物向心力以及其他方向的力的示意图。图 6B 示出了起重机支腿 61、回转体 62、吊臂头至吊重物重心的竖直距离 63、吊重物 64、吊绳 65、吊臂 66、吊重物回转半径 68 以及向心偏角 69。图 6B 还示出了重物向心力 F_r 、重物切向力 F_a ,二者合成得到的重物回转合力 F_h 。另外还有重物受到的重力 G 。

[0044] 回转合力预设值可根据如下不等式确定,其中 F_h 表示回转合力:

[0045]

$$\frac{N}{\varphi A} + \left(\frac{M_x + F_h \cos \beta \times R}{W_x} \right) + \left(\frac{M_y + F_h \cos \alpha \times H \times \tan \alpha}{W_y} \right) \leq [\sigma] \dots \dots \dots (1)$$

[0046] 将 F_h 的最大值与吊重物的质量之比可作为回转加速度预设值。

[0047] 式(1)中的各个字母表示的含义与 GB/T3811-2008《起重机设计规范》相一致,具体地,在本实施例中各个字母表示的含义如下:

[0048] N 表示作用在吊臂上的轴向力, φ 表示吊臂轴心受压稳定系数, A 表示吊臂轴向应力, M_x 、 M_y 表示计算截面上对强轴(x 轴)和对弱轴(y 轴)的弯矩, α 表示切向偏角, β 表示向心偏角, H 表示吊绳竖直时重物重心到吊臂头部的距离, W_x 表示接受压纤维确定的对强轴(x 轴)截面毛抗弯模量, W_y 表示接受压纤维确定的对弱轴(y 轴)截面毛抗弯模量, F_h 表示吊重物的回转合力, $[\sigma]$ 表示吊臂允许最大应力。上述各个量的单位可采用国际单位

制,或者采用其他单位制。

[0049] 在确定起重机在回转过程中的回转加速度时,具体可以先在回转操作指令存续期间选择先后的第一时间点和第二时间点;然后根据检测得到的回转马达转速或传动齿轮转速确定吊重物在第一时间点和第二时间点的回转线速度;将吊重物在第一时间点和第二时间点的回转线速度差值和第一时间点和第二时间点之间的时间差值的比值作为回转加速度。

[0050] 回转操作指令通常由手柄给出。图 7 是与本发明实施例有关的手柄摆转的示意图。图 7 示出了手柄 71、手柄全程的运行轨迹 72 及由此形成的角度 73,另外在实际操作中,手柄可以停留在全程范围内的任意中间位置例如位置 74。手柄的行程可以投影在水平方向的 S 轴上,由 S 轴上的坐标例如 A 和 B 表示手柄行程。如图 7 所示。在相关技术中,手柄被驾驶员拨动从而具有一定的摆转角度,该角度的大小决定了手柄输出的电流的大小,而该电流又用来控制回转泵的排量,也就是说回转马达的转速由手柄的摆转角度决定。但在本实施例中,如采用手柄给出回转操作指令,则手柄摆转的角度不再决定回转马达的转速,而是由控制器采用本实施例的控制方法进行控制。如采用相关技术中的手柄,则不论其输出多大的电流,只要有电流输出就认为是输出了单一的回转操作指令,而不带有马达转速的指令(即电流的大小),这样有电流输出期间即为回转操作指令存续期间。因此,手柄也可改为其他方式操作的部件,例如按钮、踏板等,并且输出的也是单一的回转操作指令。

[0051] 在确定起重机在回转过程中的回转合力时,具体可先在回转操作指令存续期间选择先后的第一时间点和第二时间点;根据吊重物在第一时间点和第二时间点的回转线速度差值确定吊重物在第一时间点和第二时间点之间的动能增量;根据动能增量、回转线速度差值和第一时间点和第二时间点之间的时间差值确定回转合力。具体可采用如下公式进行计算:

$$[0052] \quad \Delta E_k = \frac{M\Delta V^2}{2} + \frac{J\Delta V^2}{2R^2} \dots\dots\dots (2)$$

$$[0053] \quad V = \pi \times n \times \frac{R}{30} \dots\dots\dots (3)$$

$$[0054] \quad J = \frac{MR^2}{g} \dots\dots\dots (4)$$

$$[0055] \quad \Delta E_k = F_{hl} \times \Delta V \times \Delta T$$

[0056] 联立式(2)至式(5)即可计算得到回转合力,式中用 F_{hl} 表示。各式中其他各字母表示的含义如下: ΔE_k 表示吊重物在上述第一时间点和第二时间点的动能增量, M 表示吊重物质量, V 表示吊重物回转线速度, R 表示吊重物回转半径, g 表示重力加速度, ΔV 表示吊重物在第一时间点和第二时间点的速度差, ΔT 表示第一时间点和第二时间点的时间差, n 表示回转机构转速。

[0057] 以下对本发明实施例中的起重机回转控制的系统的基本结构加以说明。该系统可以用起重机的控制器来实现。图 8 是根据本发明实施例的起重机回转控制的系统的基本结构的示意图。如图 8 所示,起重机回转控制的系统 80 主要包括确定模块 81 和控制模块 82,其中确定模块 81 用于确定在起重机回转过程中,吊重物的回转加速度或回转合力;控制模块 82 用于在回转加速度大于回转加速度预设值的情况下,或者在回转合力大于回转合力

预设值的情况下,降低回转马达的转速使起重机的回转速度降低。

[0058] 确定模块 81 还可用于在回转操作指令存续期间选择先后的第一时间点和第二时间点;根据检测得到的回转马达转速或传动齿轮转速确定所述吊重物在第一时间点和第二时间点的回转线速度;将吊重物在第一时间点和第二时间点的回转线速度差值和第一时间点和第二时间点之间的时间差值的比值作为回转加速度。

[0059] 确定模块 81 还可用于根据式 (1) 确定 F_h 的最大值,将 F_h 的最大值与吊重物的质量之比作为回转加速度预设值。

[0060] 确定模块 81 还可用于根据吊重物在第一时间点和第二时间点的回转线速度差值确定吊重物在第一时间点和第二时间点之间的动能增量;根据动能增量、回转线速度差值和第一时间点和第二时间点之间的时间差值确定回转合力。确定模块 81 还可用于根据式 (1) 确定回转合力预设值。

[0061] 根据本发明的技术方案,确定在起重机回转过程中吊重物的回转加速度或回转合力,然后在回转加速度大于回转加速度预设值的情况下或者在回转合力大于回转合力预设值的情况下,在设定时段内降低回转马达的转速使起重机的回转加速度降低,从而实现了作业状态操纵的自动安全控制并且避免了由吊重物的动能带来的回转附加动态弯矩对吊臂稳定性带来的影响,提高了起重机作业的安全性。

[0062] 显然,本领域的技术人员应该明白,上述的本发明的各模块或各步骤可以用通用的计算装置来实现,它们可以集中在单个的计算装置上,或者分布在多个计算装置所组成的网络上,可选地,它们可以用计算装置可执行的程序代码来实现,从而,可以将它们存储在存储装置中由计算装置来执行,或者将它们分别制作成各个集成电路模块,或者将它们中的多个模块或步骤制作成单个集成电路模块来实现。这样,本发明不限制于任何特定的硬件和软件结合。

[0063] 以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,对于本领域的技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。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。

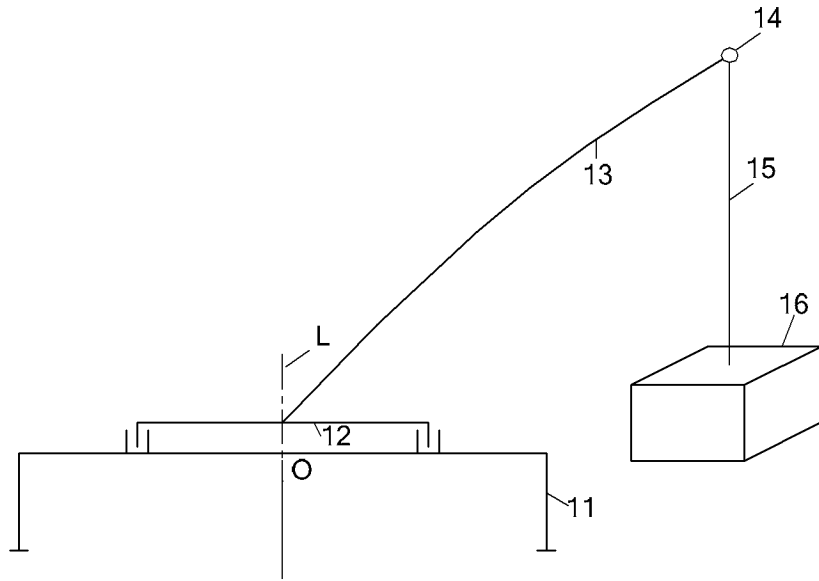


图 1

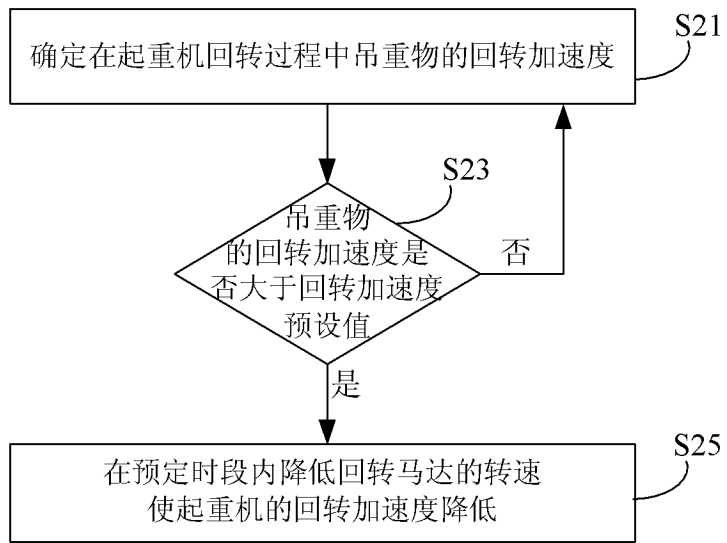


图 2

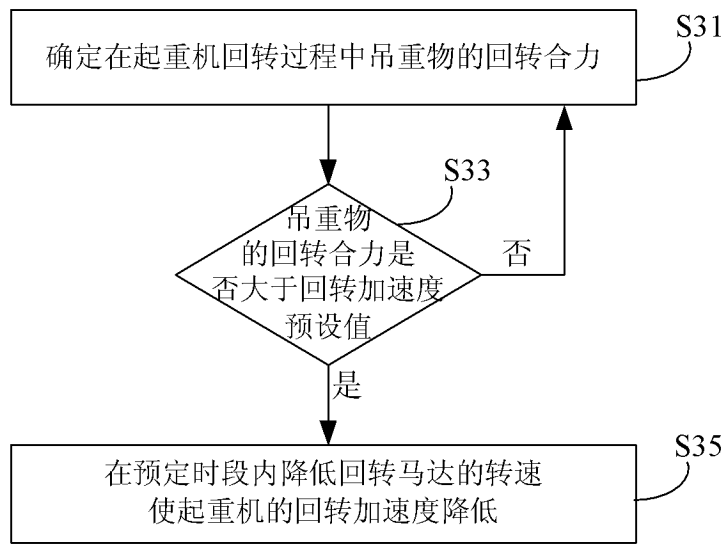


图 3

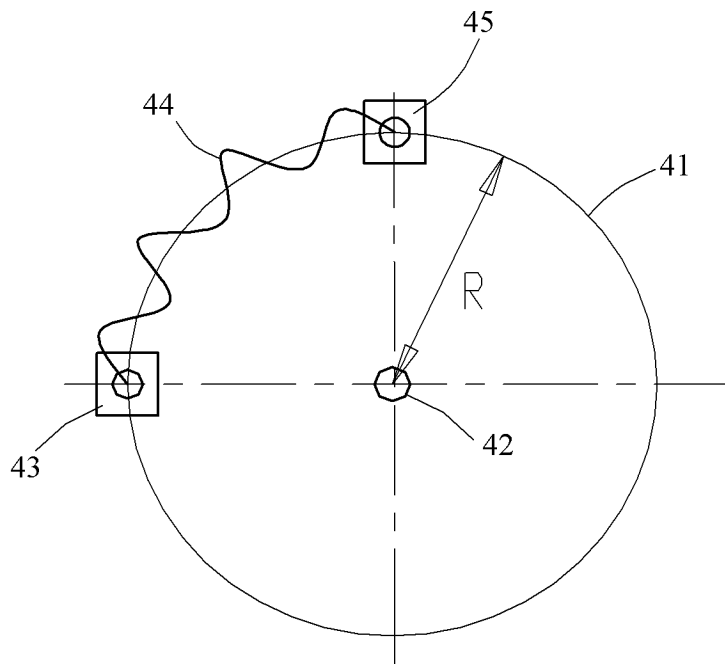


图 4

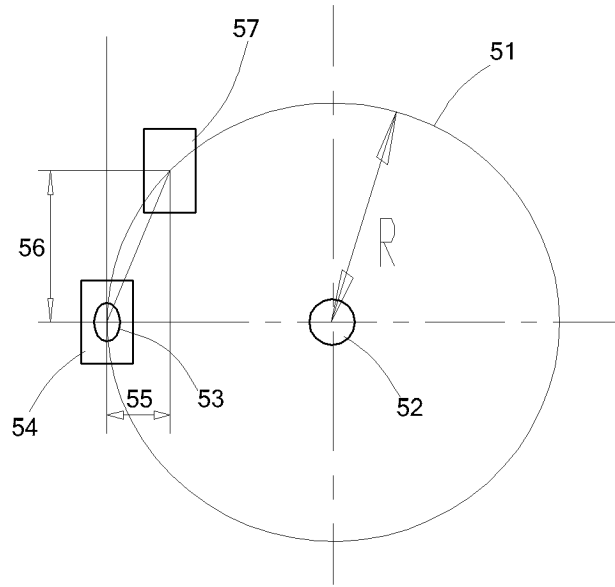


图 5

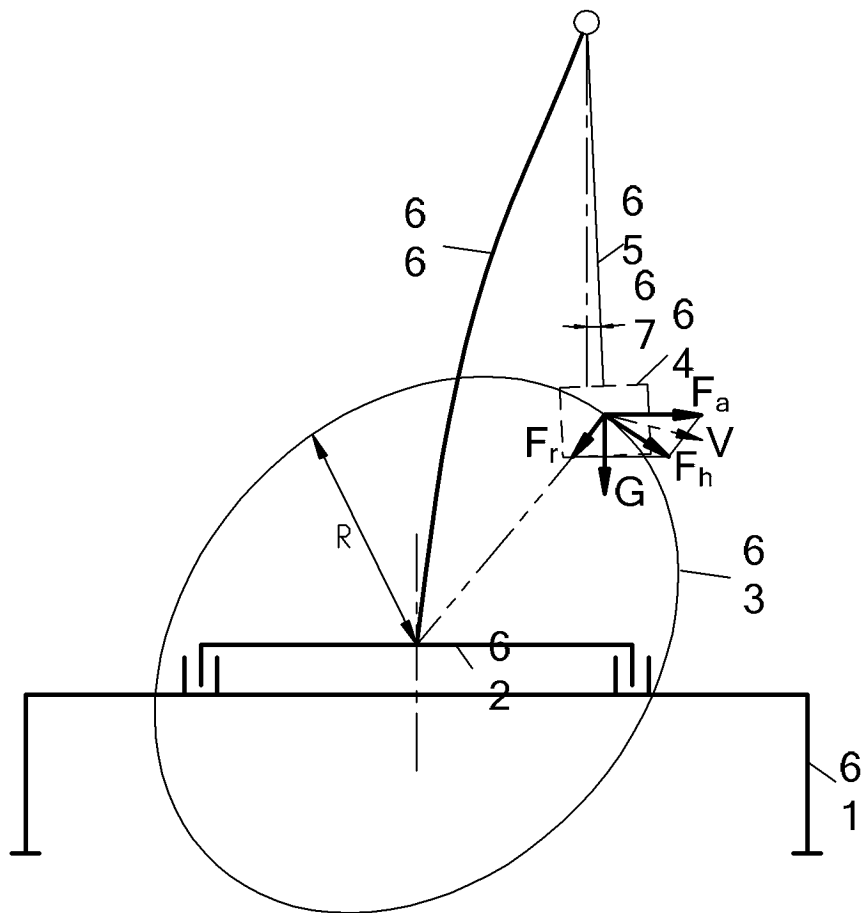


图 6A

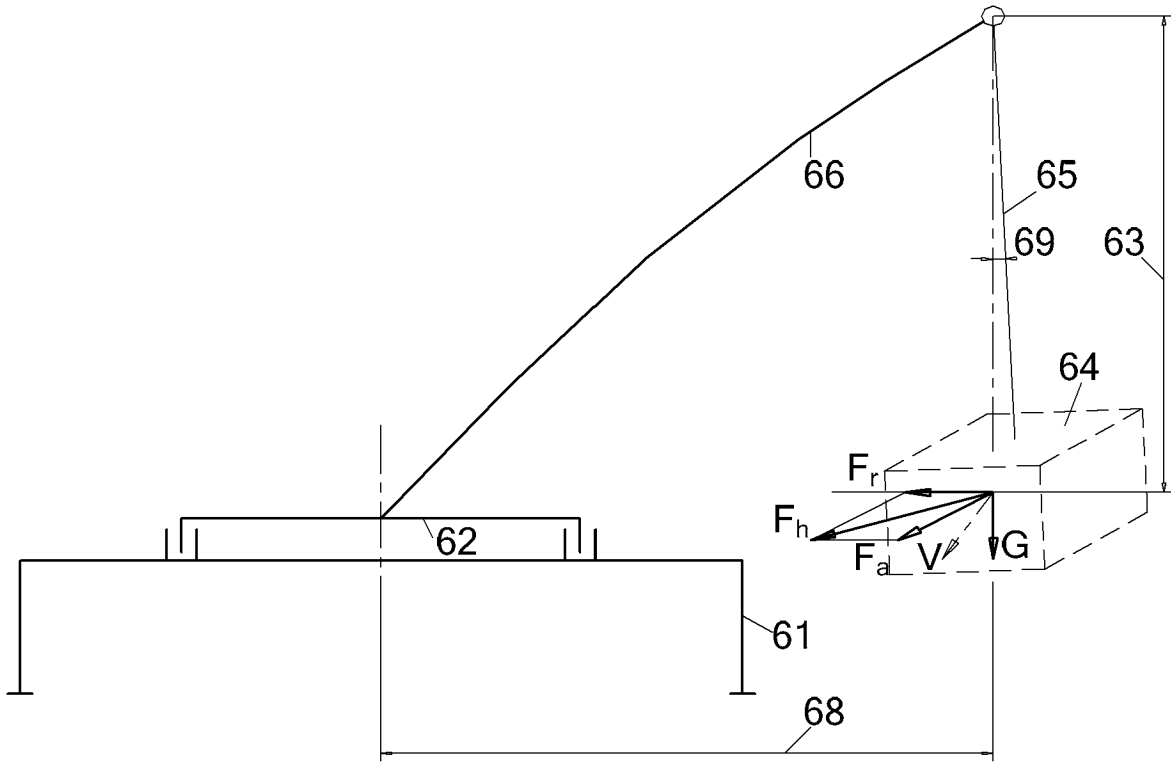


图 6B

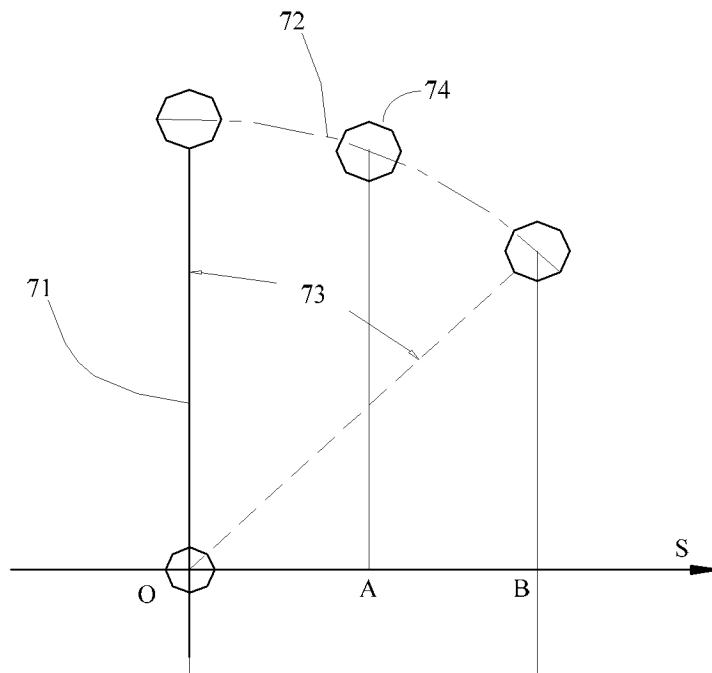


图 7

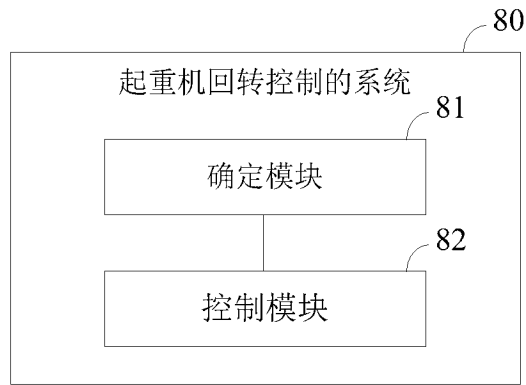


图 8