



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103663211 B

(45) 授权公告日 2015. 08. 19

(21) 申请号 201310750155. 2

(22) 申请日 2013. 12. 31

(73) 专利权人 太原重工股份有限公司

地址 030024 山西省太原市万柏林区玉河街
53 号

(72) 发明人 刘海波 陈晓敏

(74) 专利代理机构 隆天知识产权代理有限公司

72003

代理人 张然 李昕巍

(51) Int. Cl.

B66C 23/88(2006. 01)

B66C 23/82(2006. 01)

B66C 23/72(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 201882830 U, 2011. 06. 29,

CN 1087318 A, 1994. 06. 01,

GB 143531 A, 1921. 08. 17,

JP 8-91772 A, 1996. 04. 09,

RU 2312814 C1, 2007. 12. 20,

CN 202369268 U, 2012. 08. 08,

CN 202912596 U, 2013. 05. 01,

审查员 周琦

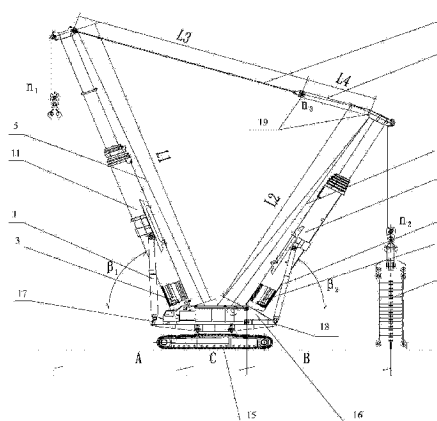
权利要求书3页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

起重机及其控制方法

(57) 摘要

本发明的公开了一种起重机,包括,起重机控制器,变幅机构,主伸缩臂,副伸缩臂,底盘,配重、转台、第一卷扬机构、第二卷扬机构以及控制器;该转台设置在该底盘上;该主伸缩臂设置在该转台的一侧;该副伸缩臂设置在该转台的另一侧;该变幅机构分别连接该主伸缩臂以及该副伸缩臂;第一卷扬机构,设置在主伸缩臂上,用于起重重物;第二卷扬机构,设置在副伸缩臂上,用于起重配重;其中,在该起重机起重重物时,该起重机具有因重物产生的倾覆力矩,以及配重产生的反力矩;该起重机进行重物提升且未离地或该起重机进行重物卸荷的过程中,该起重机控制器调整该第一卷扬机构的钢丝绳的速度以及该第二卷扬机构的钢丝绳的速度,使得该倾覆力矩与反力矩大小相等。



1. 一种起重机,其特征在于,包括:起重机控制器,变幅机构,主伸缩臂,副伸缩臂,底盘,配重、转台、第一卷扬、第二卷扬以及控制器;该转台设置在该底盘上;该主伸缩臂设置在该转台的一侧;该副伸缩臂设置在该转台的另一侧;该变幅机构分别连接该主伸缩臂以及该副伸缩臂;第一卷扬,设置在主伸缩臂上,用于起重重物;第二卷扬,设置在副伸缩臂上,用于起重配重;

其中,在该起重机起重重物时,该起重机具有因重物产生的倾覆力矩,以及配重产生的反力矩;该起重机进行重物提升且未离地或该起重机进行重物卸荷的过程中,该起重机控制器调整该第一卷扬的钢丝绳的速度以及该第二卷扬的钢丝绳的速度,使得该倾覆力矩与反力矩大小相等且方向相反。

2. 如权利要求 1 所述的起重机,其特征在于,该起重机还包括:

主变幅油缸,设置于该转台上,并与该主伸缩臂连接,用于改变该主伸缩臂的仰起角度;

副变幅油缸,设置于该转台上,并与该副伸缩臂连接,用于改变该副伸缩臂的仰起角度;

主伸缩油缸,设置在该主伸缩臂内,用于控制该主伸缩臂的伸缩动作;以及

副伸缩油缸,设置在该副伸缩臂内,用于控制该副伸缩臂的伸缩动作。

3. 如权利要求 1 所述的起重机,其特征在于,

该起重机进行重物提升且重物未离地的过程中,或该起重机进行重物卸荷的过程中,该起重机控制器获得该第一卷扬的钢丝绳的张力以及第二卷扬的钢丝绳的张力,并根据该第一卷扬的钢丝绳的张力、缠绕倍率及重物幅度计算该倾覆力矩,根据该第二卷扬的钢丝绳的张力、缠绕倍率及重物幅度计算该反力矩。

4. 如权利要求 1 所述的起重机,其特征在于,该倾覆力矩 T_1 ,该反力矩为 T_2 ,设定 T_1-T_2 的允许值上限和允许值下限;

$$\text{该倾覆力矩为 } T_1 = f_1 \cdot F_1 \cdot n_1 \cdot A \quad (1);$$

$$\text{该反力矩为 } T_2 = f_2 \cdot F_2 \cdot n_2 \cdot B \quad (2);$$

$$F_1 = F_{1d} - \frac{k v_1 t}{n_1} \quad (3);$$

$$F_2 = F_{2d} - \frac{k v_2 t}{n_2} \quad (4);$$

其中, F_1 为第一卷扬的钢丝绳拉力, F_2 为第二卷扬的钢丝绳拉力, F_{1d} 为第一卷扬的钢丝绳最大工作拉力, F_{2d} 为第二卷扬的钢丝绳最大工作拉力, k 为常数系数, v_1 为第一卷扬的钢丝绳速度, v_2 为第二卷扬的钢丝绳速度, t 为该第一以及第二卷扬动作持续时间, n_1 为第一卷扬的缠绕倍率, n_2 为第二卷扬的缠绕倍率; f_1 为考虑自重影响的该倾覆力矩修正系数, f_2 为考虑自重影响的该反力矩的修正系数;

为使得 $T_1-T_2=0$, 当 T_1-T_2 值小于该允许值下限时, 增加该第一卷扬的钢丝绳的速度并减小该第二卷扬的钢丝绳的速度, 当 T_1-T_2 值大于该允许值上限时, 减小第一卷扬的钢丝绳的速度并增加该第二卷扬的钢丝绳的速度。

5. 如权利要求 4 所述的起重机, 其特征在于, f_1 以及 f_2 的取值范围大于 1 且小于等于

1.1。

6. 如权利要求 2 所述的起重机,其特征在于,该变幅机构包括变幅拉杆、变幅动定滑轮组以及第三卷扬,该变幅拉杆的一端连接主伸缩臂的上端,该变幅拉杆的另一端通过该变幅动定滑轮组连接该第三卷扬,该第三卷扬通过该变幅动定滑轮组连接副伸缩臂的上端。

7. 如权利要求 6 所述的起重机,其特征在于,该起重机控制器还包括:

$$\Delta L = (L_3 + L_4) - \sqrt{(A + B + C)^2 + (L_1 \cdot \sin \beta_1 - L_2 \cdot \sin \beta_2)^2} \quad (5);$$

$$L_4 = L_0 + n_3 \cdot vt \quad (6);$$

其中, L_3 为变幅拉杆的实际长度, L_4 为该变幅拉杆的该另一端与该副伸缩臂的上端之间的距离, ΔL 为 L_3 与 L_4 之和的实际值减去 L_3 与 L_4 之和的初始值的差值, L_0 为 L_4 初始值, v 为该第三卷扬的钢丝绳的速度, A 为重物幅度, B 为配重幅度, C 为该主伸缩臂和该副伸缩臂分别与该转台相连接的根铰点之间的距离, n_3 为第三卷扬的缠绕倍率;

设定 ΔL 的允许值上限和允许值下限,该起重机进行重物提升且未离地或该起重机进行重物卸荷的过程中,该第三卷扬卷入或卷出,起重机控制器每隔单位时间 Δt 采集该主伸缩臂的仰起角度 β_1 以及副伸缩臂的仰起角度 β_2 ,并根据公式 5 和 6 计算 ΔL ;为使 ΔL 为 0,当 ΔL 小于允许值下限时,减小该主变幅油缸和该副变幅油缸缩回速度,或增大该主变幅油缸和该副变幅油缸伸出速度,当 ΔL 大于允许值上限时,增大主变幅油缸和副变幅油缸缩回速度,或减小主变幅油缸和副变幅油缸伸出速度。

8. 一种起重机的控制方法,其特征在于,该起重机包括,变幅机构,主伸缩臂,副伸缩臂,底盘,配重、转台、第一卷扬以及第二卷扬;

该转台设置在该底盘上;该主伸缩臂设置在该转台的一侧;该副伸缩臂设置在该转台的另一侧;该变幅机构分别连接该主伸缩臂以及该副伸缩臂;第一卷扬,设置在主伸缩臂上,用于起重重物;第二卷扬,设置在副伸缩臂上,用于起重配重;

该起重机的控制方法包括:在该起重机起重重物时,该起重机具有因重物产生的倾覆力矩,以及配重产生的反力矩;该起重机进行重物提升且未离地或该起重机进行重物卸荷的过程中,调整该第一卷扬的钢丝绳的速度以及该第二卷扬的钢丝绳的速度,使得该倾覆力矩与反力矩大小相等且方向相反。

9. 如权利要求 8 所述的控制方法,其特征在于,还包括:

该倾覆力矩 T_1 ,该反力矩为 T_2 ,设定 T_1 - T_2 的允许值上限和允许值下限;

$$\text{该倾覆力矩为 } T_1 = f_1 \cdot F_1 \cdot n_1 \cdot A \quad (1);$$

$$\text{该反力矩为 } T_2 = f_2 \cdot F_2 \cdot n_2 \cdot B \quad (2);$$

$$F_1 = F_{1d} - \frac{k v_1 t}{n_1} \quad (3);$$

$$F_2 = F_{2d} - \frac{k v_2 t}{n_2} \quad (4);$$

其中, F_1 为第一卷扬的钢丝绳拉力, F_2 为第二卷扬的钢丝绳拉力, F_{1d} 为第一卷扬的钢丝绳最大工作拉力, F_{2d} 为第二卷扬的钢丝绳最大工作拉力, k 为常数系数, v_1 为第一卷扬的钢丝绳速度, v_2 为第二卷扬的钢丝绳速度, t 为该第一以及第二卷扬动作持续时间, n_1 为第

一卷扬的缠绕倍率, n_2 为第二卷扬的缠绕倍率; f_1 为考虑自重影响的该倾覆力矩修正系数, f_2 为考虑自重影响的该反力矩的修正系数;

为使得 $T_1 - T_2 = 0$, 当 $T_1 - T_2$ 值小于该允许值下限时, 增加该第一卷扬的钢丝绳的速度并减小该第二卷扬的钢丝绳的速度, 当 $T_1 - T_2$ 值大于该允许值上限时, 减小第一卷扬的钢丝绳的速度并增加该第二卷扬的钢丝绳的速度。

10. 如权利要求 8 所述的控制方法, 其特征在于, 该起重机还包括:

主变幅油缸, 设置于该转台上, 并与该主伸缩臂连接, 用于改变该主伸缩臂的仰起角度; 副变幅油缸, 设置于该转台上, 并与该副伸缩臂连接, 用于改变该副伸缩臂的仰起角度; 主伸缩油缸, 设置在该主伸缩臂内, 用于控制该主伸缩臂的伸缩动作; 以及副伸缩油缸, 设置在该副伸缩臂内, 用于控制该副伸缩臂的伸缩动作;

该变幅机构包括变幅拉杆、变幅动定滑轮组以及第三卷扬, 该变幅拉杆的一端连接主伸缩臂的上端, 该变幅拉杆的另一端通过该变幅动定滑轮组连接该第三卷扬, 该第三卷扬通过该变幅动定滑轮组连接副伸缩臂的上端;

该控制方法还包括:

$$\Delta L = (L_3 + L_4) - \sqrt{(A + B + C)^2 + (L_1 \cdot \sin \beta_1 - L_2 \cdot \sin \beta_2)^2} \quad (5);$$

$$L_4 = L_0 + n_3 \cdot vt \quad (6);$$

其中, L_3 为变幅拉杆的实际长度, L_4 为该变幅拉杆的该另一端与该副伸缩臂的上端之间的距离, ΔL 为 L_3 与 L_4 之和的实际值减去 L_3 与 L_4 之和的初始值的差值, L_0 为 L_4 初始值, v 为该第三卷扬的钢丝绳的速度, A 为重物幅度, B 为配重幅度, C 为该主伸缩臂和该副伸缩臂分别与该转台相连接的根铰点之间的距离, n_3 为第三卷扬的缠绕倍率;

设定 ΔL 的允许值上限和允许值下限, 该起重机进行重物提升且未离地或该起重机进行重物卸荷的过程中, 该第三卷扬卷入或卷出, 每隔单位时间 Δt 采集该主伸缩臂的仰起角度 β_1 以及副伸缩臂的仰起角度 β_2 , 并根据公式 5 和 6 计算 ΔL ; 为使 ΔL 为 0, 当 ΔL 小于允许值下限时, 减小该主变幅油缸和该副变幅油缸缩回速度, 或增大该主变幅油缸和该副变幅油缸伸出速度, 当 ΔL 大于允许值上限时, 增大主变幅油缸和副变幅油缸缩回速度, 或减小主变幅油缸和副变幅油缸伸出速度。

起重机及其控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及起重机,尤其涉及一种起重机以及起重机的控制方法。

背景技术

[0002] 现有的流动式起重机以履带式桁架臂起重机和全路面伸缩臂起重机使用最为广泛。

[0003] 履带式桁架臂起重机储存所需空间大,运输所需车次多,安装拆卸所需人员、设备需求大,因此所消耗的时间长。

[0004] 全路面伸缩臂起重机起重性能有限,特别是在大幅度和/或大高度起重作业时,变形较大,起重重量明显偏小。另外其全路面底盘的带载行驶能力有限,转场时需要拆卸部分部件。

[0005] 现有流动式起重机的最大倾覆力矩大,尤其是在扳起较长主臂或塔臂的时候。这个特点决定了起重机的关键部件——回转支承要有足够大的承载能力。而在大幅度、大臂长时回转支承因为倾覆力矩不够有时会对起重性能造成限制。

发明内容

[0006] 本发明要改善现有的起重机在大幅度、大臂长时的起重性能。

[0007] 本发明的一种起重机,包括:起重机控制器,变幅机构,主伸缩臂,副伸缩臂,底盘,配重、转台、第一卷扬机构和第二卷扬机构;该转台设置在该底盘上;该主伸缩臂设置在该转台的一侧;该副伸缩臂设置在该转台与该主伸缩臂相对的另一侧;该变幅机构分别连接该主伸缩臂以及该副伸缩臂;第一卷扬机构,设置在主伸缩臂上,用于起重重物;第二卷扬机构,设置在副伸缩臂上,用于起重配重;其中,在该起重机起重重物时,该起重机具有因重物产生的倾覆力矩,以及配重产生的反力矩;该起重机进行重物提升且未离地或该起重机进行重物卸荷的过程中,该起重机控制器调整该第一卷扬机构的钢丝绳的速度以及该第二卷扬机构的钢丝绳的速度,使得该倾覆力矩与反力矩大小相等。

[0008] 本发明还提供了一种起重机的控制方法,该起重机包括,变幅机构,主伸缩臂,副伸缩臂,底盘,配重、转台、第一卷扬机构以及第二卷扬机构;

[0009] 该转台设置在该底盘上;该主伸缩臂设置在该转台的一侧;该副伸缩臂设置在该转台的另一侧;该变幅机构分别连接该主伸缩臂以及该副伸缩臂;第一卷扬机构,设置在主伸缩臂上,用于起重重物;第二卷扬机构,设置在副伸缩臂上,用于起重配重;

[0010] 该起重机的控制方法包括:在该起重机起重重物时,该起重机具有因重物产生的倾覆力矩,以及配重产生的反力矩;该起重机进行重物提升且未离地或该起重机进行重物卸荷的过程中,调整该第一卷扬机构的钢丝绳的速度以及该第二卷扬机构的钢丝绳的速度,使得该倾覆力矩与反力矩大小相等且方向相反。

[0011] 综上所述,本发明通过调整该第一卷扬机构的钢丝绳的速度以及该第二卷扬机构的钢丝绳的速度,使得该倾覆力矩与反力矩大小相等且方向相反,能精确地匹配整车的倾

覆力矩,使起重机在任何时候都能获得最优的抗倾覆性能,提高起重作业的安全性。

附图说明

[0012] 图 1 为本发明起重机一实施例的结构示意图。

具体实施方式

[0013] 图 1 所示为本发明的起重机的结构示意图,如图 1 所示,起重机包括:变幅拉杆 14,主伸缩臂 11,副伸缩臂 12,底盘 15,配重 13、转台 16、第一卷扬机构 5、第二卷扬机构 6、第三卷扬机构 7 以及起重机控制器(未图示)。

[0014] 参考图 1,转台 16 设置在底盘 15 上,主伸缩臂 11 的基本臂铰接在转台 16 的主伸缩臂臂节 17。副伸缩臂 12 的基本臂铰接在转台 16 上的副伸缩臂臂节 18。主伸缩臂臂节 17 以及副伸缩臂臂节 18 分别位于转台 16 的两侧。第一卷扬机构 5 设置在主伸缩臂 11,以用于起重重物;第二卷扬机构 6 设置在副伸缩臂 12,用于起重配重 13。且第一卷扬机构 5 与第二卷扬机构 6 相配合,以实现起重重物与起重配重 13 间的力矩平衡。

[0015] 变幅拉杆 14 一端连接主伸缩臂 11 的上端,另一端通过动定滑轮组 19 连接第三卷扬机构 7,第三卷扬机构 7 通过动定滑轮组 19 连接副伸缩臂 12 的上端,如此可以通过动定滑轮组 19、第三卷扬机构 7 与变幅拉杆 14 组成的变幅机构实现主伸缩臂 11 与副伸缩臂 12 之间的变幅。

[0016] 另外,本实施例中,主伸缩臂 11 以及副伸缩臂 12 的动作均通过油缸来实现。参考图 1 所示,本实施例的转台 16 上分别设置有主变幅油缸 1 以及副变幅油缸 2。通过主变幅油缸 1 实现主伸缩臂 11 的俯仰动作。通过副变幅油缸 2 实现副伸缩臂 12 的俯仰动作。主伸缩臂 11 内部设置有主伸缩油缸 3,主伸缩油缸 3 可以固定在主伸缩臂 11 的基本臂。副伸缩臂 12 内设置有副伸缩油缸 4,副伸缩油缸 4 可以固定在副伸缩臂 12 的基本臂。通过主伸缩油缸 3 进行主伸缩臂 11 的伸缩动作。通过副伸缩油缸 4 实现副伸缩臂 12 的伸缩动作。

[0017] 起重机进行重物提升,且重物未离地的过程中,第一卷扬机构 5 执行钢丝绳的卷入动作。此时起重机控制器会实时检测到第一卷扬机构 5 的钢丝绳的张力 F_1 ,并根据预先设定的算法得出因起重重物产生的倾覆力矩 $T_1=f(F_1, n_1, A)$ 。为了最大限度的减小整车的倾覆力矩 T_1 ,起重机控制器会主动控制第二卷扬机构 6 卷入钢丝绳的速度并调整第一卷扬机构 5 卷入钢丝绳的速度,使得第二卷扬机构 6 的钢丝绳张力 F_2 恰好能产生与 T_1 等同大小的反力矩 $T_2=f(F_2, n_2, B)$ 。如此反复,直到 T_1 不再增大为止。此后,重物离地起升由起重机操作者控制,而超起配重 13 提升动作则由起重机控制器控制。并在提升到一定高度后自动停止。

[0018] 而在起重机进行重物卸荷的过程中,第一卷扬机构 5 执行钢丝绳卷出动作将重物安放到位。此过程中起重机控制器会实时检测到第一卷扬机构 5 钢丝绳的张力 F_1 ,并根据预先设定的算法得出因起重重物产生的倾覆力矩 $T_1=f(F_1, n_1, A)$ 。为了最大限度的减小整车的倾覆力矩 T_1 ,控制系统会主动控制第二卷扬机构 6 卷出钢丝绳的速度并调整第一卷扬机构 5 卷出钢丝绳的速度,使得第二卷扬机构 6 的钢丝绳张力 F_2 恰好能产生与倾覆力矩 T_1 等同大小的反力矩 $T_2=f(F_2, n_2, B)$ 。如此反复,直到倾覆力矩 T_1 不再减小为止。此后,吊钩动作可以由起重机操作者控制,而超起配重 13 下放动作则可以由起重机控制器控制。并在

下放到一定高度后自动停止。

[0019] 参考图 1, 倾覆力矩为: $T_1 = f_1 \cdot F_1 \cdot n_1 \cdot A$ (1);

[0020] 反力矩为: $T_2 = f_2 \cdot F_2 \cdot n_2 \cdot B$ (2);

[0021] 其中, $F_1 = \frac{kF_{x1}}{n_1}$ (3); $F_2 = \frac{kF_{x2}}{n_2}$ (4)。 F_{x1} 为起升吊钩负载的实际重量, F_{x2}

为配重吊钩的负载的实际重量; F_1 为第一卷扬机构 5 的钢丝绳拉力, F_2 为第二卷扬机构 6 的钢丝绳拉力, k 为常数系数, v_1 为第一卷扬机构 5 的钢丝绳动作的速度, v_2 为第二卷扬机构 6 的钢丝绳动作的速度, t 为第一卷扬机构 5 以及第二卷扬机构 6 动作的持续时间, n_1 为第一卷扬机构 5 的缠绕倍率, n_2 为第二卷扬机构 6 的缠绕倍率; f_1 为考虑自重影响的该倾覆力矩修正系数, f_2 为考虑自重影响的该反力矩的修正系数, 起重机进行重物提升且重物未离地的过程中 F_{x1} 随着 v_1 、 t 增大; 起重机进行重物卸荷过程中 F_{x1} 随着 v_1 、 t 减小; 起重机进行重物提升且重物未离地的过程中 F_{x2} 随着 v_2 、 t 增大; 起重机进行重物卸荷过程中 F_{x2} 随着 v_2 、 t 减小。 A 为重物幅度, 即重物的重心在地面的投影点与起重机主伸缩臂 11 的根铰点在地面的投影点之间的直线距离, B 为配重 13 幅度, 即配重 13 的重心在地面的投影点与起重机副伸缩臂 12 的根铰点在地面的投影点之间的直线距离。其中, f_1 以及 f_2 的取值范围一般为大于 1 且小于等于 1.1。常数系数 k 的取值可以为 1。

[0022] 在起重机工作前, 起重机控制器预设定 T_1 - T_2 的允许值上限和允许值下限, 为了使得 T_1 - $T_2=0$, 在起重机进行重物提升且重物未离地的过程中, 或起重机进行重物卸荷的过程中, 起重机控制器应使得 T_1 - T_2 趋向为 0。起重机控制器每隔单位时间 Δt (Δt 具体值可由起重机控制器确定) 采集该时段第一卷扬机构 5 以及第二卷扬机构 6 的当前速度值或平均速度值, 并计算该倾覆力矩 T_1 以及反力矩 T_2 ; 当 T_1 - T_2 值小于允许值下限时, 增加第一卷扬机构 5 的钢丝绳的速度并减小第二卷扬机构 6 的钢丝绳的速度, 当 T_1 - T_2 值大于允许值上限时, 减小第一卷扬机构 5 的钢丝绳的速度并增加第二卷扬机构 6 的钢丝绳的速度。

[0023] 参考图 1 所示, 图 1 中 L_3 与 L_4 之和的实际值减去 L_3 与 L_4 之和的初始值的差值 ΔL 的计算公式如下:

[0024]

$$\Delta L = (L_3 + L_4) - \sqrt{(A + B + C)^2 + (L_1 \cdot \sin \beta_1 - L_2 \cdot \sin \beta_2)^2} \quad (, 5);$$

[0025] $L_4 = L_0 + n_3 \cdot vt$ (6);

[0026] 其中,

[0027] L_1 主伸缩臂在起重机进行重物提升且未离地的过程中, 或起重机进行重物卸荷的过程中当前的长度, L_2 为副伸缩臂在起重机进行重物提升且未离地的过程中, 或起重机进行重物卸荷的过程中当前的长度, L_3 变幅拉杆 14 实际长度, L_4 为变幅拉杆 14 的另一端与副伸缩臂 12 的上端之间的距离, ΔL 为 L_3 与 L_4 之和的实际值减去 L_3 与 L_4 之和的初始值的差值; L_0 为 L_4 初始值, v 为第三卷扬机构 7 的钢丝绳的速度, A 为重物幅度, B 为配重 13 幅度, C 为主伸缩臂 11 和副伸缩臂 12 的根铰点之间的距离, n_3 为第三卷扬机构 7 的缠绕倍率。

[0028] 在起重机工作前, 起重机控制器预先设定 ΔL 的允许值上限和允许值下限, 在起重机进行重物提升且未离地的过程中, 或起重机进行重物卸荷的过程中, 变幅拉杆 14 以及第三卷扬机构 7 动作, 为了使得 $\Delta L=0$, 即起重机进行重物卸荷的过程中, 或起重机执行卸

荷动作的过程中,起重机控制器应使得 ΔL 趋向为 0。具体控制方式包括,调整起重机控制器每隔单位时间 Δt (Δt 具体值可由起重机控制器确定)采集主伸缩臂 11 的仰起角度 β_1 以及副伸缩臂 12 的仰起角度 β_2 值,并根据公式 5 和 6 计算 ΔL ;当 ΔL 小于允许值下限时,减小主变幅油缸 1 和 / 或副变幅油缸 2 缩回速度,或增大主变幅油缸 1 和 / 或副变幅油缸 2 伸出速度;当 ΔL 大于允许值上限时,增大主变幅油缸 1 和副变幅油缸 2 缩回速度,或减小主变幅油缸 1 和副变幅油缸 2 伸出速度。

[0029] 另外,参考图 1,本发明还揭示了起重机的控制方法,对于起重机控制方法的实施方式,可以利用上述的起重机实现,该方法包括:

[0030] 在起重机起重重物时,起重机具有因重物产生的倾覆力矩,以及配重 13 产生的反力矩;起重机进行重物提升且未离地或起重机进行重物卸荷的过程中,调整第一卷扬机构 5 的钢丝绳的速度以及第二卷扬机构 6 的钢丝绳的速度,使得倾覆力矩与反力矩大小相等且方向相反。

[0031] 对于起重机控制方法的实施方式还包括:

[0032] 起重机进行重物提升且重物未离地的过程中,或起重机进行重物卸荷的过程中,根据第一卷扬机构 5 的钢丝绳的张力、缠绕倍率及重物幅度计算倾覆力矩,根据第二卷扬机构 6 的钢丝绳的张力、缠绕倍率及重物幅度计算反力矩;并调整第一卷扬机构 5 的钢丝绳的速度以及第二卷扬机构 6 的钢丝绳的速度,根据倾覆力矩的变化,使得反力矩对应变化,并使得反力矩趋近于与倾覆力矩与大小相等且方向相反。

[0033] 其中,倾覆力矩 T_1 ,该反力矩为 T_2 ,设定 T_1-T_2 的允许值上限和允许值下限;

[0034] 倾覆力矩为 $T_1 = f_1 \cdot F_1 \cdot n_1 \cdot A$ (1);

[0035] 反力矩为 $T_2 = f_2 \cdot F_2 \cdot n_2 \cdot B$ (2);

[0036]
$$F_1 = \frac{kF_{x1}}{n_1} \quad (3);$$

[0037]
$$F_2 = \frac{kF_{x2}}{n_2} \quad (4);$$

[0038] 其中, F_1 为第一卷扬机构 5 的钢丝绳拉力, F_2 为第二卷扬机构 6 的钢丝绳拉力, F_{1d} 为第一卷扬机构 5 的钢丝绳最大工作拉力, F_{2d} 为第二卷扬机构 6 的钢丝绳最大工作拉力, k 为常数系数, v_1 为第一卷扬机构 5 的钢丝绳速度, v_2 为第二卷扬机构 6 的钢丝绳速度, t 为第一卷扬机构 5 以及第二卷扬机构 6 的动作持续时间, n_1 为第一卷扬机构 5 的缠绕倍率, n_2 为第二卷扬机构 6 的缠绕倍率; f_1 为考虑自重影响的该倾覆力矩修正系数, f_2 为考虑自重影响的该反力矩的修正系数;起重机进行重物提升且重物未离地的过程中 F_{x1} 与 t 以及 v_1 相关,即随 t 以及 v_1 变化;起重机进行重物卸荷过程中 F_{x1} 与 v_1 以及 t 相关,即随 t 以及 v_1 变化;起重机进行重物提升且重物未离地的过程中 F_{x2} 与 v_2 以及 t 相关,即随 t 以及 v_2 变化;起重机进行重物卸荷过程中 F_{x2} 与 v_2 以及 t 相关,即随 t 以及 v_2 变化,而本领域技术人员应可理解上述的数值变化情况。 A 为重物幅度, B 为配重 13 幅度。

[0039] 为使得 $T_1-T_2=0$,当 T_1-T_2 值小于允许值下限时,增加该一卷扬机构 5 的钢丝绳的速度并减小第二卷扬机构 6 的钢丝绳的速度,当 T_1-T_2 值大于允许值上限时,减小第一卷扬机构 5 的钢丝绳的速度并增加第二卷扬机构 6 的钢丝绳的速度。其中, f_1 以及 f_2 的取值范围

可以大于 1 且小于等于 1.1。

[0040] 对于起重机控制方法的实施方式还包括：

[0041]

$$\Delta L = (L_3 + L_4) - \sqrt{(A + B + C)^2 + (L_1 \cdot \sin \beta_1 - L_2 \cdot \sin \beta_2)^2} \quad (5);$$

[0042] $L_4 = L_0 + n_3 \cdot vt$ (6);

[0043] 其中, L_1 为主伸缩臂当前的长度, L_2 为副伸缩臂当前的长度, L_3 为变幅拉杆 14 的实际长度, L_4 为变幅拉杆 14 的另一端与副伸缩臂 12 的上端之间的距离, ΔL 为 L_3 与 L_4 之和的实际值(公式 5 的 $L_3 + L_4$) 减去 L_3 与 L_4 之和的初始值

($\sqrt{(A + B + C)^2 + (L_1 \cdot \sin \beta_1 - L_2 \cdot \sin \beta_2)^2}$) 的差值, L_0 为 L_4 初始值, v 为第三卷扬机

构 7 的钢丝绳的速度, A 为重物幅度, B 为配重 13 幅度, C 为主伸缩臂 11 和副伸缩臂 12 分别与转台 16 相连接的根铰点之间的距离, n_3 为第三卷扬机构 7 的缠绕倍率;

[0044] 设定 ΔL 的允许值上限和允许值下限, 起重机进行重物提升且未离地或该起重机进行重物卸荷的过程中, 第三卷扬机构 7 卷入或卷出, 每隔单位时间 Δt 采集主伸缩臂 11 的仰起角度 β_1 以及副伸缩臂 12 的仰起角度 β_2 , 并根据公式 5 和 6 计算 ΔL ; 为使 ΔL 为 0, 当 ΔL 小于允许值下限时, 卸荷时减小主变幅油缸 1 和副变幅油缸 2 缩回速度, 或提升时增大主变幅油缸 1 和副变幅油缸 2 伸出速度, 当 ΔL 大于允许值上限时, 卸荷时增大主变幅油缸 1 和副变幅油缸 2 缩回速度, 或提升时减小主变幅油缸 1 和副变幅油缸 2 伸出速度, 即通过改变 A 和 B , 使得 ΔL 为 0。

[0045] 综上所述, 本发明通过调整该第一卷扬机构的钢丝绳的速度以及该第二卷扬机构的钢丝绳的速度, 使得该倾覆力矩与反力矩大小相等且方向相反, 能精确地匹配整车的倾覆力矩, 使起重机在任何时候都能获得最优的抗倾覆性能, 提高起重作业的安全性。且本发明的主要部件可以通过液压驱动的销轴实现快速连接, 各大部件均可单独存储与运输。

[0046] 虽然已参照几个典型实施例描述了本发明, 但应当理解, 所用的术语是说明和示例性、而非限制性的术语。由于本发明能够以多种形式具体实施而不脱离本发明的精神或实质, 所以应当理解, 上述实施例不限于任何前述的细节, 而应在所附权利要求所限定的精神和范围内广泛地解释, 因此落入权利要求或其等效范围内的全部变化和改型都应属于所附权利要求所涵盖。

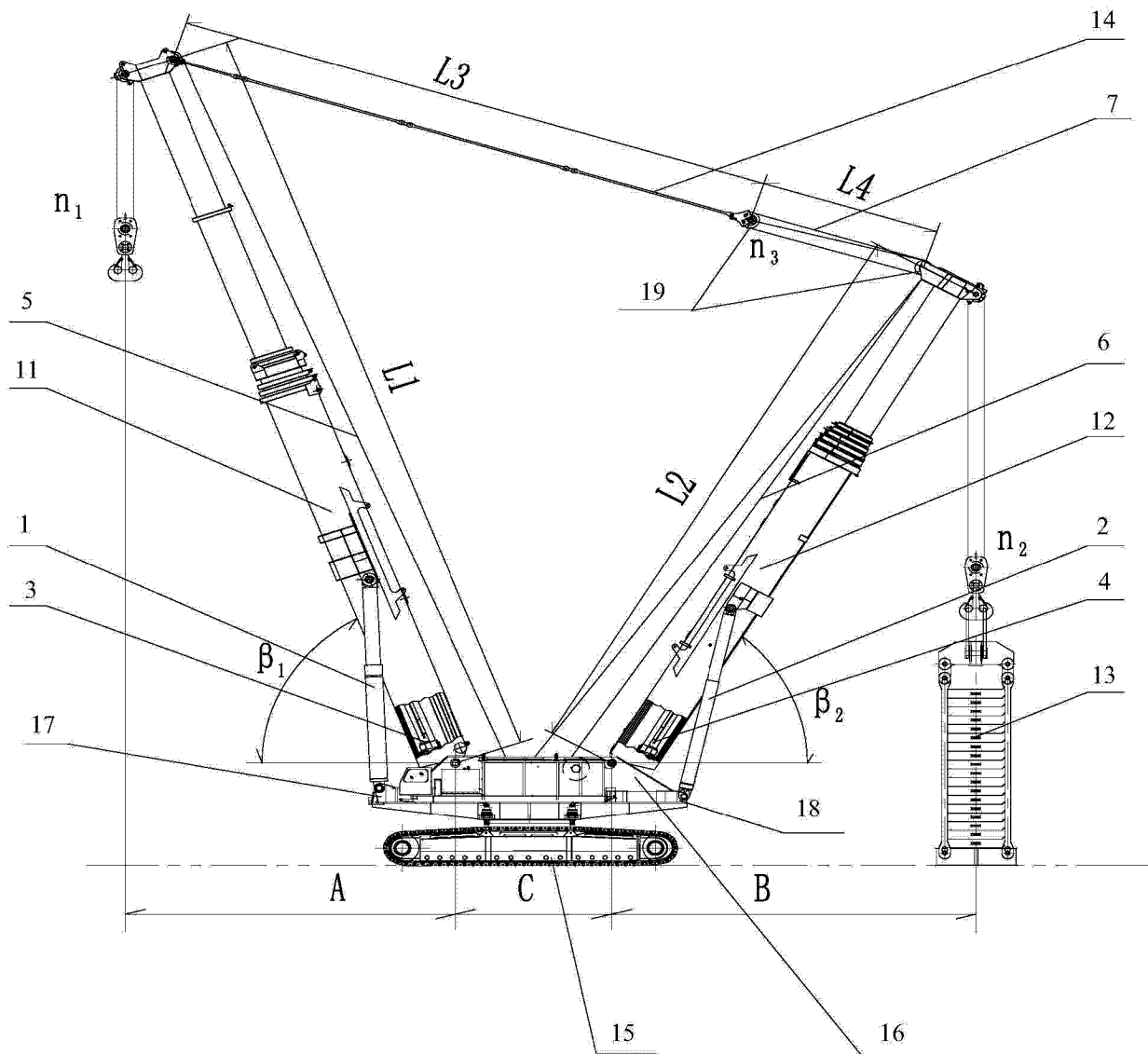


图 1