

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局



(43) 国际公布日
2013 年 6 月 20 日 (20.06.2013)

W I P O | P C T

(10) 国际公布号
W O 2013/086883 A 1

- (51) 国际分类号 :
B66C 13/22 (2006.01)
- (21) 国际申请号 : PCT/CN20 12/082078
- (22) 国际申请日 : 2012 年 9 月 26 日 (26.09.2012)
- (25) 申请语言 : 中文
- (26) 公布语言 : 中文
- (30) 优先权 :
201 110421446.8 201 1 年 12 月 15 日 (15.12.201 1) CN
- (71) 申请人 (对除美国外的所有指定国): 中联重科股份有限公司 (ZOOMLION HEAVY INDUSTRY SCIENCE AND TECHNOLOGY CO., LTD.) [CN/CN]; 中国湖南省长沙市长沙经济技术开发区远大 2 路中联重科泉塘工业园, Hunan 410007 (CN)。湖南中联重科专用车有限责任公司 (HUNAN ZOOMLION SPECIAL VEHICLE CO., LTD.) [CN/CN]; 中国湖南省常德市鼎城区灌溪镇, Hunan 415 106 (CN)。
- (72) 发明人 : 及
(71) 申请人 (仅对美国): 詹纯新 (ZHAN, Chunxin) [CN/CN]; 中国湖南省长沙市岳麓区银盆南路 361 号, Hunan 410013 (CN)。刘权 (LIU, Quan) [CN/CN]; 中国湖南省长沙市岳麓区银盆南路 361 号, Hunan 410013 (CN)。张建军 (ZHANG, Jianjun) [CN/CN]; 中国湖南省长沙市岳麓区银盆南路 361 号, Hunan 410013 (CN)。李义 (LI, Yi) [CN/CN]; 中国湖南省长沙市岳麓区银盆南路 361 号, Hunan 410013 (CN)。李英智 (LI, Yingzhi) [CN/CN]; 中国湖南省长沙市岳麓区银盆南路 361 号, Hunan 410013 (CN)。郭纪梅 (GUO, Jimei) [CN/CN]; 中国湖南省长沙市岳麓区银盆南路 361 号, Hunan 410013 (CN)。
- (74) 代理人 : 北京康信知识产权代理有限公司 (KANGXIN PARTNERS, P.C.); 中国北京市海淀区知春路甲 48 号盈都大厦 A 座 16 层, Beijing 100098 (CN)。
- (81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR,

[见续页]

(54) Title: METHOD AND SYSTEM FOR CONTROLLING CRANE ROTATION

(54) 发明名称 : 起重机回转控制的方法与系统

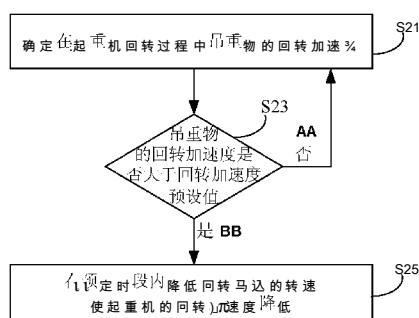


图 2 / Fig.2

AA NO
BB YES
S21 DETERMINING THE ROTATIONAL ACCELERATION THE PENDANT BALLAST WHEN THE CRANE IS REVOLVING
S23 IS THE ROTATIONAL ACCELERATION OF THE PENDANT BALLAST GREATER THAN A PRESET VALUE OF THE ROTATIONAL ACCELERATION?
S25 REDUCING THE ROTARY SPEED OF THE ROTATIONAL MOTOR WITHIN A DETERMINED TIME PERIOD SO AS TO REDUCE THE ROTATIONAL ACCELERATION OF THE CRANE

(57) Abstract: Disclosed are a method and a system for controlling crane rotation. The method and the system comprise: determining the rotational acceleration or resultant rotational force of the pendant ballast when the crane is rotating (S31); when the rotational acceleration is greater than a preset value thereof, or when the resultant rotational force is greater than a preset value thereof (S33), reducing the rotary speed of the rotational motor within a determined time period so as to reduce the rotational acceleration of the crane (S35). Using the method and the system aids in preventing the destructive influence of the kinetic energy of the pendant ballast on the overall or partial stability of the crane.

(57) 摘要 : 一种起重机回转控制的方法与系统, 该方法和系统包括: 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 (S31); 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 (S33), 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 (S35)。采用该方法和系统, 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。



2013 086883 A1



CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布：

- (84) 指定国 (除另有指明，要求每一种可提供的地区保护):ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 叙亚 AM,

- 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

起重机回转控制的方法与系统

技术领域

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。

5 背景技术

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。

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。

相关技术中为了保证起重机作业的稳定性的，提出了对起重机进行最大回转速度的限制的方案。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

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。

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。

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。

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。

进一步地，所述回转加速度预设值根据如下方式确定：

$$\text{根据不等式 } \frac{N}{\phi A} + \left(\frac{M_x + F_h \cos \alpha \times H}{W_x} \right) + \left(\frac{M_y + F_h \sin \alpha \times H}{W_y} \right) \leq [\sigma] \text{ 确定 } F_h \text{ 的}$$

- 5 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
10 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。

- 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
15 之间的时间差值确定所述回转合力。

进一步地，所述回转合力预设值根据如下方式确定：根据

$$\frac{N}{\phi A} + \left(\frac{M_x + F_h \cos \beta \times R}{W_x} \right) + \left(\frac{M_y + F_h \sin \beta \times R}{W_y} \right) \leq [\sigma] \text{ 计算 } F_h \text{ 的最大值，将该 } F_h \text{ 的}$$

- 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
20 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。

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。

- 25 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。

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。

进一步地，所述确定模块还用于：

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

10 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，
15 F_h 表示吊重物的回转合力， $[\sigma]$ 表示吊臂允许最大应力。

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。

20 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

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

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。

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

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：

图 1 是根据现有技术中的起重机的简化结构的示意图；

10 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；

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；

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 5 是与本发明实施例有关的重转平面俯视状态的示意图；

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；

15 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 7 是与本发明实施例有关的手柄摆转的示意图；以及

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

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。

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。

25 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：

步骤 S21: 确定在起重机回转过程中吊重物的回转加速度。

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。

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。

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:

步骤 S31: 确定在起重机回转过程中吊重物的回转合力。

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。

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。

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。

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情况下, 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。

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 。

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：

$$5 \quad \frac{N}{\varphi A} + \left(\frac{M_x + F_h \cos \beta \times R}{W_x} \right) + \left(\frac{M_y + F_h \cos \alpha \times H \times \tan \alpha}{W_y} \right) \leq [\sigma] \dots\dots\dots (1)$$

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。

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：

10 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。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。

15 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。

20 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。

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：

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

$$V = \pi \chi \eta \times \frac{R}{30} \dots\dots\dots (3)$$

$$J = \frac{MR^2}{g} \dots\dots\dots (4)$$

$$\Delta E_k = F_{hl} \times \Delta V \times \Delta T \dots\dots\dots (5)$$

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， χ 表示回转机构转速。

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。

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。

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。

- 5 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。

- 10 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。

- 15 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。

- 20 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。

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。

2. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，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。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法，其特征在于，所述回转加速度预设值根据如下方式确定：

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

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。

4. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，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。

5. 根据权利要求 1 或 4 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：

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

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。

6. 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。

7. 根据权利要求 6 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回转加速度。

8. 根据权利要求 6 或 7 所述的系统，其特征在于，所述确定模块还用于：

$$\text{根据不等式 } \frac{N}{\phi A} + \left(\frac{M_x + F_h \cos \alpha \times H}{W_x} \right) + \left(\frac{M_y + F_h \sin \alpha \times H}{W_y} \right) \leq [\sigma] \text{ 确定}$$

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。

9. 根据权利要求 6 所述的系统, 其特征在于, 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。

10. 根据权利要求 6 或 9 所述的方法, 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:

$$\text{根据 } \frac{N}{\phi A} + \left(\frac{M_x + F_h \cos \alpha \times H}{W_x} \right) + \left(\frac{M_y + F_h \sin \alpha \times H}{W_y} \right) \leq [\sigma] \text{ 计算 } F_h \text{ 的}$$

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。

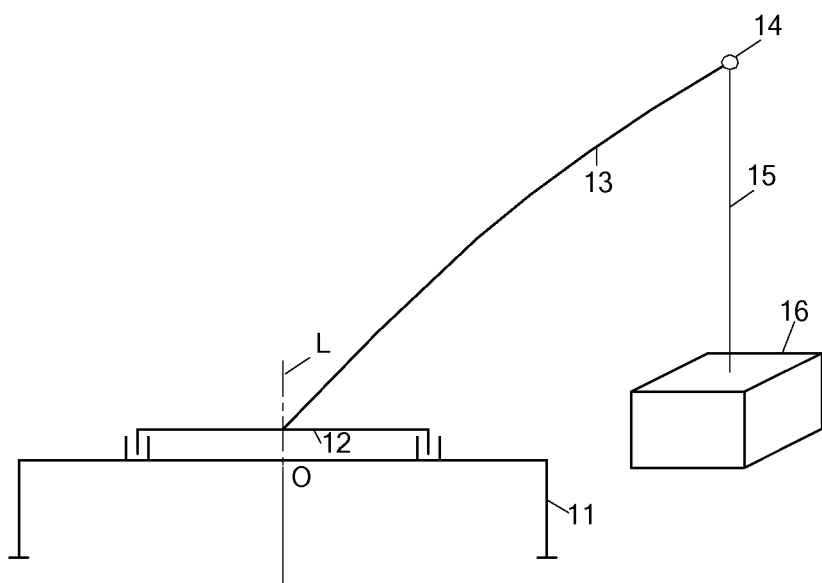


图 1

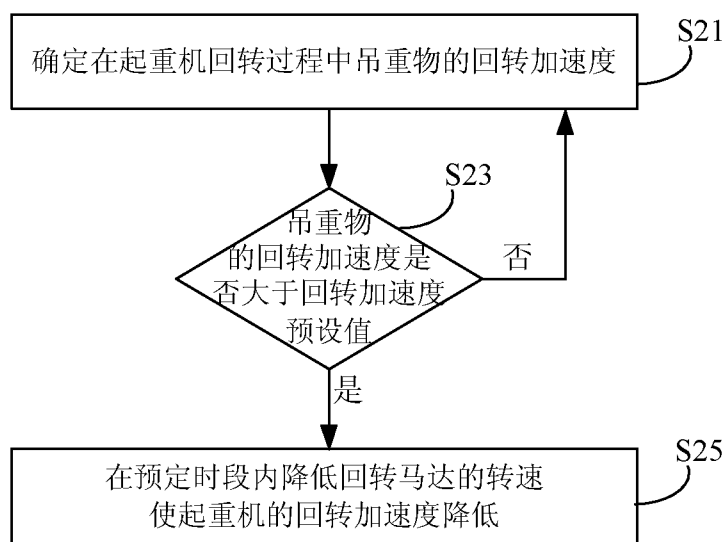


图 2

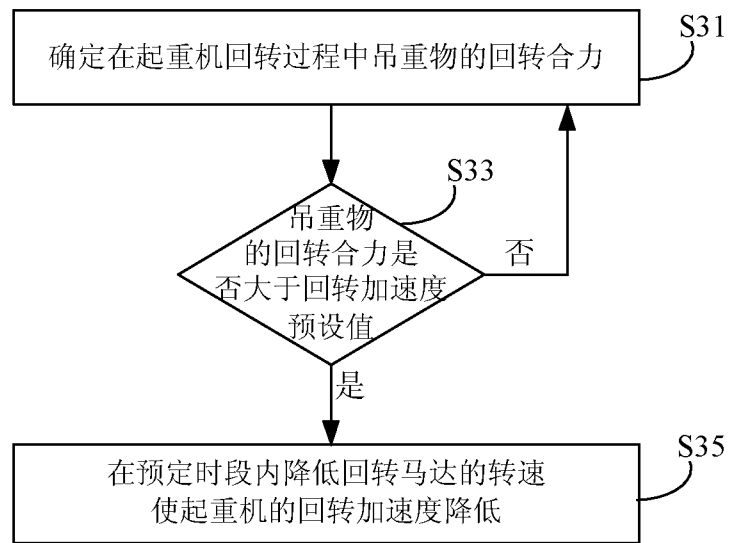


图 3

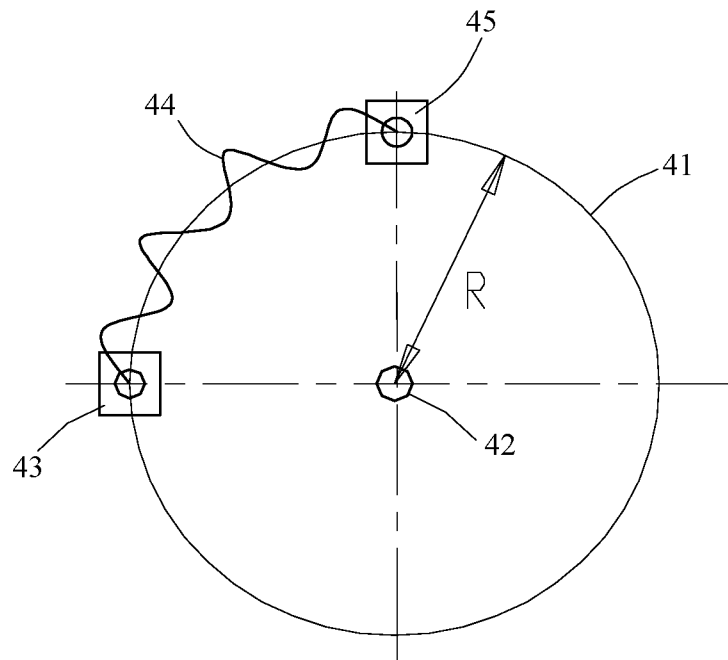


图 4

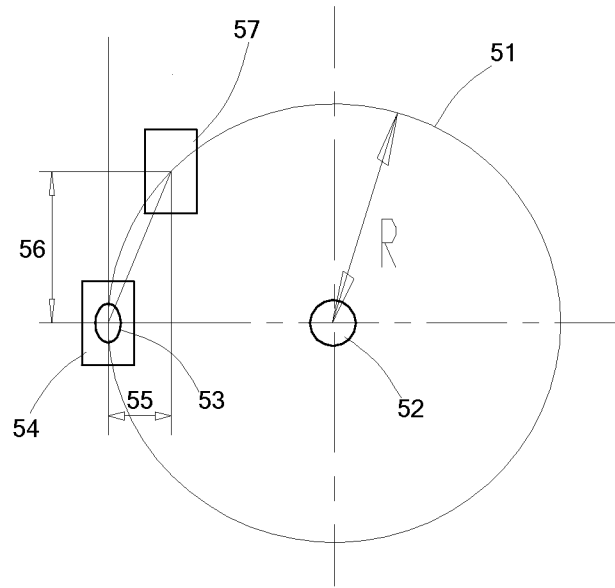


图 5

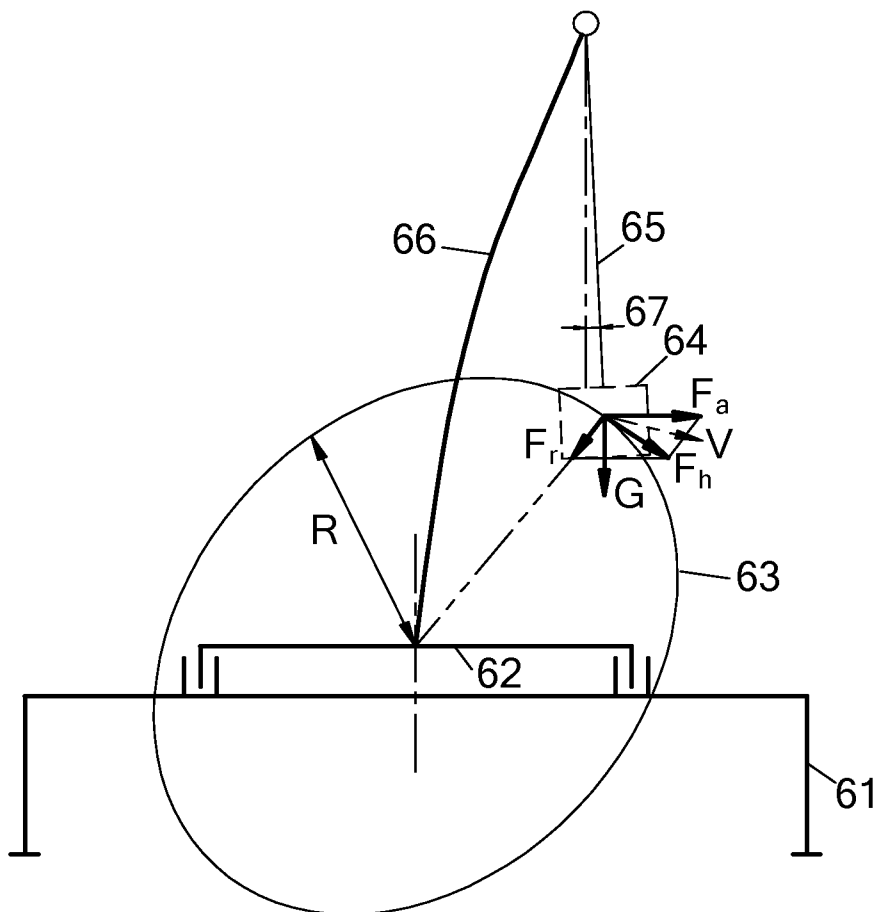


图 6A

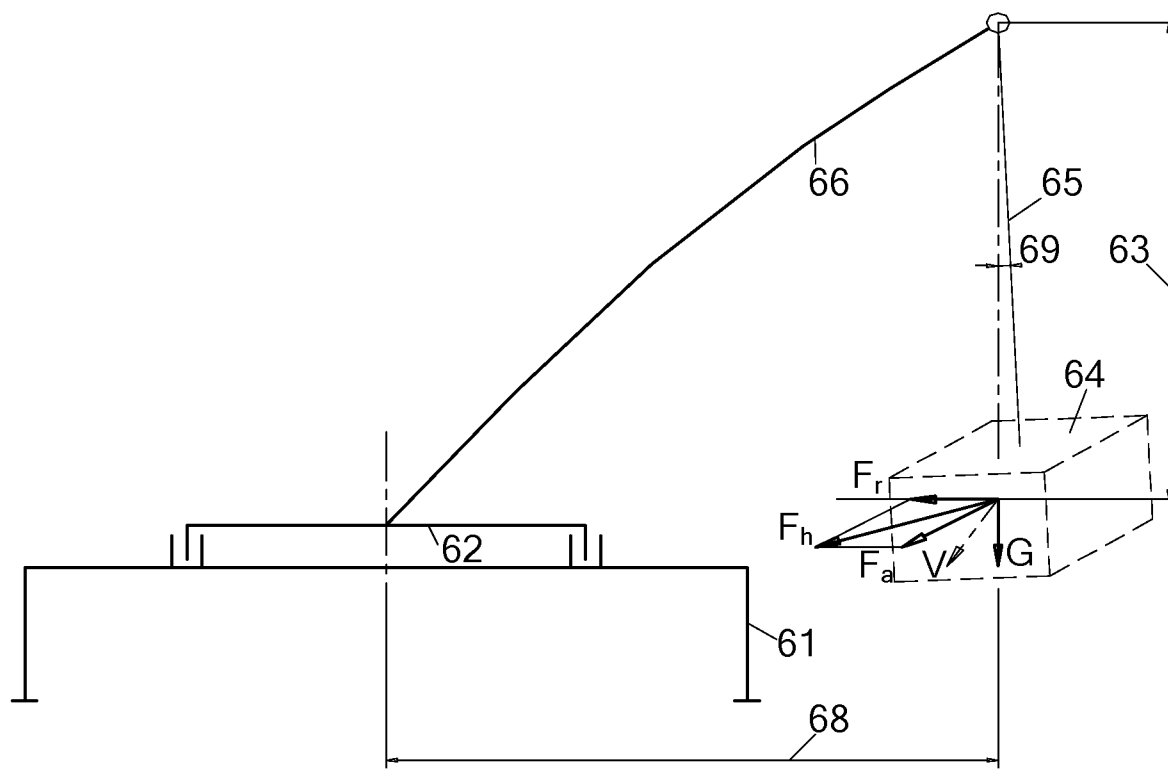


图 6B

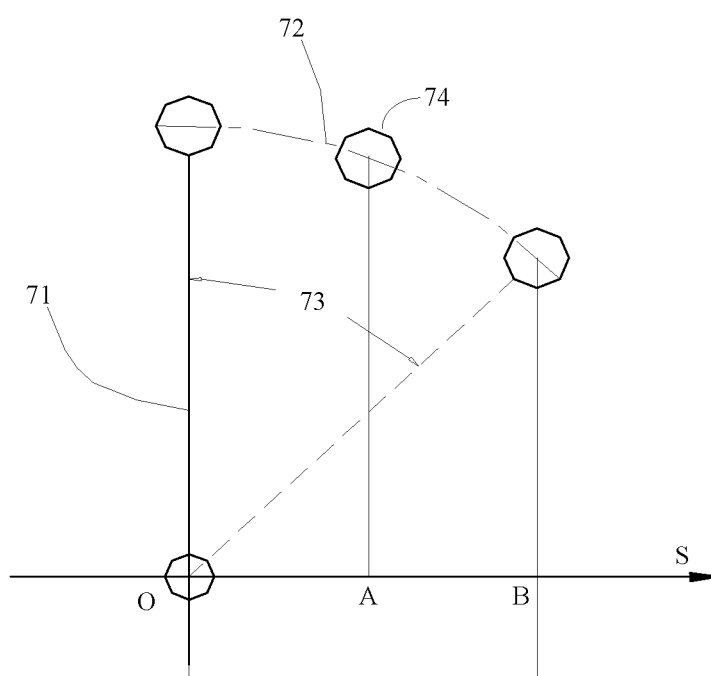


图 7

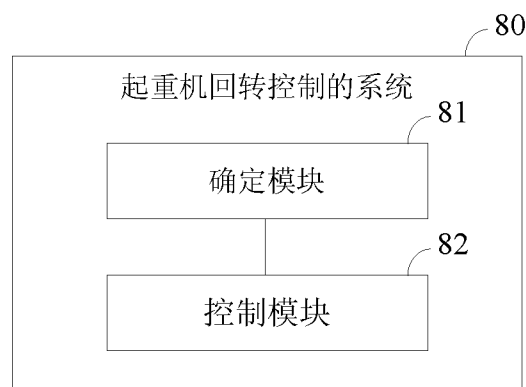


图 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2012/082078

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B66C 13/22 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC: B66C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNPAT, WPI, EPODOC: force, speed, kinetic energy, stabilize, crane, acceleration, control+, swing, chain w block

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, X	CN 102491178 A (ZOOMLION HEAVY INDUSTRY SCIENCE&TECHNOLOGY DEVELOPMENT CO., LTD.), 13 June 2012 (13.06.2012), see description, paragraphs 0031-0060, and figures 1-8	1-10
A	CN 101585487 A (MANITOWOC CRANE GROUP FRANCE), 25 November 2009 (25.11.2009), see description, page 5, line 3 to page 7, line 5, and figures 1-4	1-10
A	CN 102245490 A (SCHNEIDER TOSHIBA INVERTER SAS), 16 November 2011 (16.11.2011), see the whole document	1-10
A	CN 101219758 A (SANY HEAVY INDUSTRY CO., LTD.), 16 July 2008 (16.07.2008), see the whole document	1-10
A	CN 101057044 A (KOMATSU LTD.), 17 October 2007 (17.10.2007), see the whole document	1-10
A	US 2008156761 A I (LIEBHERR WERK NENZING), 03 July 2008 (03.07.2008), see the whole document	1-10
A	US 5806695 A (HYTONEN, K.), 15 September 1998 (15.09.1998), see the whole document	1-10

II Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family
Date of the actual completion of the international search 20 December 2012 (20.12.2012)	Date of mailing of the international search report 10 January 2013 (10.01.2013)	
Name and mailing address of the ISA/CN: State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No.: (86-10) 62019451	Authorized officer QU ,Wei Telephone No.: (86-10) 62085250	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2012/082078

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 102491178 A	13.06.2012	None	
CN 101585487 A	25.11.2009	EP 2123590 AB	25.11.2009
		KR 20090122134 A	26.11.2009
		FR 2931466 AB	27.11.2009
		US 2010006530 A	14.01.2010
		BRPI 0901558 A	04.05.2010
		RU 2009119295 A	27.11.2010
		AT 552205 T	15.04.2012
		PT 2123590 E	18.06.2012
		ES 2384538 T	06.07.2012
		DK 2123590 T	16.07.2012
CN 102245490 A	16.11.2011	FR 2939783 A	18.06.2010
		WO 2010069890 A	24.06.2010
		EP 2361216 A	31.08.2011
		US 2011218714 A	08.09.2011
		JP 2012512111 A	31.05.2012
CN 101219758 A	16.07.2008	CN 100572257 C	23.12.2009
CN 10157044 A	17.10.2007	WO 2006054581 A	26.05.2006
		EP 1813728 A	01.08.2007
		US 2007277986 A	06.12.2007
		US 8000862 B	16.08.2011
		JP 4359621 B2	04.11.2009
US 2008156761 AI	03.07.2008	DE 102006048988 A	24.04.2008
		JP 2008120596 A	29.05.2008
		US 7850024 B	14.12.2010
		EP 2033931 A	11.03.2009
US 5806695 A	15.09.1998	FI 91517 B	31.03.1994
		FI 91517 C	11.07.1994
		WO 9411293 A	26.05.1994
		AU 5467094 A	08.06.1994
		DE 4395770 T	19.10.1995
		DE 4395770 B	23.03.2006

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2012/082078

A. 主题的分类

B66C 13/22 (2006.01) i

按照国际专利分类(IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

IPC: B66C

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用))

CNPAT,WPI,EPODOC: 回转, 加速度, 力, 控制, 速度, 动能, 稳定, 起重机, acceleration, control+, swing, chain w block

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
P,X	CN102491 178A (中联重科股份有限公司)13.6 月 2012 (13.06.2012) 参见说明书第 003 1-0060 段、附图 1-8	1-10
A	CN101585487A (马尼托沃克起重机集团(法国)公司)25. 11 月 2009 (25. 11.2009) 参见说明书第 5 页第 3 行至第 7 页第 5 行、附图 1-4	1-10
A	CN102245490A (施耐德东芝换流器欧洲公司)16. 11 月 201 1 (16. 11.201 1) 参见全文	1-10
A	CN101219758A (三一重工股份有限公司)16.7 月 2008 (16.07.2008) 参见全文	1-10
A	CN101057044A (株式会社小松制作所)17. 10 月 2007 (17. 10.2007) 参见全文	1-10
A	US2008156761A1 (LIEBHERR WERK NENZING) 03.7 月 2008 (03.07.2008) 参见全文	1-10
A	US5806695A (HYTONEN KIMMO) 15.9 月 1998 (15.09. 1998) 参见全文	1-10

☐ 其余文件在 C 栏的续页中列出。

☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

"A" 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

"E" 在国际申请日的 3 个月前公布的在先申请或专利

"L" 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的)

"O" 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

"P" 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

"T" 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

"X" 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

"Y" 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

"&" 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

20. 12 月 2012 (20. 12.2012)

国际检索报告邮寄日期

10.1 月 2013 (10.01.2013)

ISA/CN 的名称和邮寄地址:

中华人民共和国国家知识产权局
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088

传真号: (86-10)62019451

受权官员

屈威

电话号码: (86-10) 62085250

国际检索报告

关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2012/082078

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN102491 178A	13.06.2012	无	
CN101585487A	25. 11.2009	EP2123590AB	25. 11.2009
		KR20090122134A	26. 11.2009
		FR293 1466AB	27. 11.2009
		US2010006530A	14.01.2010
		BRPI0901558A	04.05.2010
		RU20091 19295A	27. 11.2010
		AT552205T	15.04.2012
		PT2123590E	18.06.2012
		ES2384538T	06.07.2012
		DK2123590T	16.07.2012
CN102245490A	16. 11.201 1	FR2939783A	18.06.2010
		WO2010069890A	24.06.2010
		EP2361216A	3 1.08.201 1
		US201 1218714A	08.09.201 1
		JP20125 121 11A	3 1.05.2012
CN101219758A	16.07.2008	CN100572257C	23. 12.2009
CN10157044A	17. 10.2007	WO2006054581A	26.05.2006
		EP1813728A	01.08.2007
		US2007277986A	06. 12.2007
		US8000862B	16.08.201 1
		JP4359621B2	04. 11.2009
US2008156761A1	03.07.2008	DE102006048988A	24.04.2008
		JP2008120596A	29.05.2008
		US7850024B	14. 12.2010
		EP203393 1A	11.03.2009
US5806695A	15.09. 1998	FI915 17B	3 1.03. 1994
		FI915 17C	11.07. 1994
		W0941 1293A	26.05. 1994
		AU5467094A	08.06. 1994
		DE4395770T	19. 10. 1995
		DE4395770B	23.03.2006