



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105540434 A

(43) 申请公布日 2016. 05. 04

(21) 申请号 201610132813. 5

(22) 申请日 2016. 03. 09

(71) 申请人 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

(74) 专利代理机构 北京律智知识产权代理有限  
公司 11438

代理人 姜燕 王卫忠

(51) Int. Cl.

B66C 13/06(2006. 01)

B66C 1/12(2006. 01)

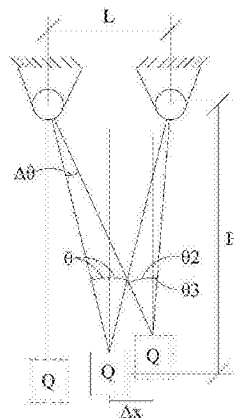
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

## (54) 发明名称

一种有效减少重物振动的起重机

## (57) 摘要

本发明公开了一种有效减少重物振动的起重机,所述起重机具有用于起吊重物或悬挂配重的吊具,所述吊具至少由自所述吊具向上延伸的第一绳索、第二绳索分别固定于第一固定点、第二固定点,所述第一绳索与所述第二绳索在所述吊具所在的水平方向上形成第三固定点和第四固定点,所述第一固定点与所述第二固定点之间的第一间距大于所述第三固定点与第四固定点之间的第二间距。本发明能够迅速减小悬挂物的振动,达到保护起重机安全,提高停止定位精度的目的。



1. 一种有效减少重物振动的起重机,其特征在于,所述起重机具有用于起吊重物或悬挂配重的吊具,所述吊具至少由自所述吊具向上延伸的第一绳索、第二绳索分别固定于第一固定点、第二固定点,所述第一绳索与所述第二绳索在所述吊具所在的水平方向上形成第三固定点和第四固定点,所述第一固定点与所述第二固定点之间的第一间距大于所述第三固定点与第四固定点之间的第二间距。

2. 如权利要求1所述的有效减少重物振动的起重机,其特征在于,所述第一固定点和所述第二固定点均位于第一高度处,所述第三固定点、第四固定点和所述吊具均位于第二高度处。

3. 如权利要求2所述的有效减少重物振动的起重机,其特征在于,所述重物或吊钩的摆动幅度为 $\Delta\theta$ ,所述重物摆动的初始速度为 $v_0$ ,所述第一间距为 $L$ ,所述第一高度与所述第二高度的高度差为 $H$ ,则满足:

$$\begin{aligned}\Delta\theta &= \arccos[1 - v_0^2 / (2g\sqrt{H^2 + (L/2)^2})] - \arctan(L/2H) \\ &= \arccos[1 - v_0^2 / (2gH\sqrt{(1 + (L/H)^2/4})] - \arctan[(L/H)/2] \end{aligned}$$

4. 如权利要求1所述的有效减少重物振动的起重机,其特征在于,所述第一绳索的上端穿设于所述第一高度处设置的第一滑轮组,所述第二绳索的上端穿设于所述第一高度处设置的第二滑轮组。

5. 如权利要求4所述的有效减少重物振动的起重机,其特征在于,所述第一绳索的下端穿设于所述第二高度处设置的第三滑轮组,所述第二绳索下端穿设于所述第二高度处设置的第四滑轮组,所述第三滑轮组的轴线与所述第四滑轮组的轴线共线。

6. 如权利要求5所述的有效减少重物振动的起重机,其特征在于,所述第一滑轮组的轴线与所述第二滑轮组的轴线共线。

7. 如权利要求6所述的有效减少重物振动的起重机,其特征在于,所述起重机为具有大车、小车的起重机,所述吊具用于起吊重物,所述第一间距为所述第一固定点与所述第二固定点在所述起重机的所述大车、小车行走方向上的间距。

8. 如权利要求6所述的有效减少重物振动的起重机,其特征在于,所述起重机为流动式起重机,所述吊具用于起吊重物,所述第一间距为所述第一固定点与所述第二固定点在所述起重机的回转方向或变幅方向上的间距。

9. 如权利要求6所述的有效减少重物振动的起重机,其特征在于,所述起重机为流动式起重机,所述吊具用于悬挂配重,所述第一间距为所述第一固定点与所述第二固定点在所述起重机的回转方向上的间距。

10. 如权利要求4所述的有效减少重物振动的起重机,其特征在于,所述第一绳索和所述第二绳索为钢丝绳。

## 一种有效减少重物振动的起重机

### 技术领域

[0001] 本发明涉及起重机技术领域,尤其涉及一种有效减少重物振动的起重机。

### 背景技术

[0002] 现有起重机一般有两种情况会出现悬挂着的可能产生振动的重物。一是某些流动式起重机的配重,二是所有起重机的起吊物。

[0003] 如图1所示,图1中的重物11为流动式起重机1的超起配重,图1中的起重机1,还由吊具来起吊重物(或称起吊物)12,图2中的起重机2,吊具则起吊有重物21。以上两种情况的示意图可以简化为图3所示的重物悬挂简图。

[0004] 由图3可知,当起重机进行回转、行走等动作或者悬挂重物受风载等侧载时,悬挂重物11、12、21会偏离原平衡位置。而当起重机停止动作或重物侧载消失后,重物11、12、21不会马上停止在原平衡位置,而是以原平衡位置做阻尼振动,直至较长时间后重新停止在平衡位置。

[0005] 综上所述,现有技术不能使起重机悬挂重物很快停止振动。其后果是对于某些起重机影响重物定位精度及延长定位时间,对于受风载的室外起重机,重物在风的作用下可能出现振动加剧,对起重机安全产生严重影响。

### 发明内容

[0006] 针对现有技术中存在的技术问题,本发明的目的在于提供一种有效减少重物振动的起重机。

[0007] 本发明是通过以下技术方案来实现的:

[0008] 一种有效减少重物振动的起重机,所述起重机具有用于起吊重物或悬挂配重的吊具,所述吊具至少由自所述吊具向上延伸的第一绳索、第二绳索分别固定于第一固定点、第二固定点,所述第一绳索与所述第二绳索在所述吊具所在的水平方向上形成第三固定点和第四固定点,所述第一固定点与所述第二固定点之间的第一间距大于所述第三固定点与第四固定点之间的第二间距。

[0009] 本发明的有益效果在于,本发明与现有技术相比,本发明的有效减少重物振动的起重机,能有效减小起重机悬挂重物的振动。本发明使用两根以上的绳索悬挂重物,并且保证两根绳索上端相对固定点间距大于下端固定点间距。本发明在相距一定距离布置至少两个相对固定点,来悬挂吊具,在吊具所吊重物发生振动时,能够迅速减小悬挂物的振动,达到保护起重机安全,提高停止定位精度的目的。

### 附图说明

[0010] 通过参照附图详细描述其示例实施方式,本发明的上述和其它特征及优点将变得更加明显。

[0011] 图1是现有技术的流动式起重机起吊重物与悬挂配重的示意图。

- [0012] 图2是现有技术起重机起吊重物的示意图。
- [0013] 图3是现有技术重物悬挂简图。
- [0014] 图4A为本发明实施例的起重机的起吊重物或悬挂配重的示意图。
- [0015] 图4B为图4A的左视图。
- [0016] 图5为本发明实施例的起重机的重物摆动的分析简图。
- [0017] 图6为小阻尼振动振幅与时间关系曲线示意图。
- [0018] 图7为本发明起重机的重物振动振幅与时间关系曲线示意图。
- [0019] 图8为本发明起重机的数值模拟示意图。

### 具体实施方式

[0020] 体现本发明特征与优点的典型实施例将在以下的说明中详细叙述。应理解的是本发明能够在不同的实施例上具有各种的变化,其皆不脱离本发明的权利范围,且其中的说明及附图在本质上是当作说明之用,而非用以限制本发明。

[0021] 以下具体介绍本发明实施例的有效减少重物振动的起重机。之前,先概述一下阻尼振动的相关知识。

[0022] 根据理论物理学基本知识,可知小阻尼振动动力学方程通解为:

$$[0023] \quad x = Ae^{-nt} \sin(\sqrt{k^2 - n^2}t + \alpha)$$

[0024] 其中:

[0025] x:质点位移;

[0026] A:振幅;

[0027] n:值为 $\mu/2m$ ,表征阻尼大小;

[0028] m:质点质量;

[0029] k:质点固有频率;

[0030] t:时间;

[0031]  $\alpha$ :初相位。

[0032] 阻尼振动为减幅振动,减幅系数计算公式为: $e^{-nt}$ 。

[0033] 以 $n=0.05k$ 为例,当振动10次后,振幅衰减为不到原来的5%。由此可见,较小的阻尼也能使振动迅速停止。本发明利用上述结论来使重物的振动减小。

[0034] 本发明实施例的起重机,将悬挂重物的上方固定点设置为间距L的两个固定点。本发明实施例的起重机,可以是普通起重机(例如具有大车、小车的桥式起重机),也可以是流动式起重机。

[0035] 本说明书中所称的重物,可以是起重机的起吊物,也可以是起重机的配重。

[0036] 对于流动式起重机,重物为配重时,上述的间距L,为起重机回转方向上的间距为L。对于流动式起重机,重物为起吊物时,上述的间距L为回转方向和(或)变幅方向上的间距为L。对于普通起重机,重物为起吊物时,为大车、小车行走方向上的间距为L。

[0037] 本发明实施例的起重机,其固定点的设置如图4A和图4B所示。

[0038] 如图4A和图4B所示,本发明实施例的起重机,具有用于起吊重物41的吊具,吊具至少由两根绳索固定,但本发明并不局限绳索的数量,也可以是两根以上。

[0039] 如图4A和图4B所示,自吊具向上延伸的第一绳索、第二绳索分别固定于第一固定点、第二固定点,第一固定点、第二固定点分别为滑轮43和滑轮46的轴心。而第一绳索与第二绳索在吊具所在的水平方向上形成第三固定点和第四固定点,如图4B所示,第三固定点、第四固定点分别为滑轮42和滑轮47的轴心

[0040] 从上述可知,第一固定点与上述第二固定点之间的第一间距L,大于上述第三固定点与第四固定点之间的第二间距。并且,第一固定点和第二固定点均位于同一高度处,记为第一高度,第三固定点、第四固定点和吊具也位于同一高度,记为第二高度。但本发明并不局限于此,第一固定点与第二固定点,也可以不在同一高度处。

[0041] 如图4A与图4B所述,第一绳索的上端穿设于滑轮43所在的第一滑轮组,第二绳索的上端穿设于滑轮44、46所在的第二滑轮组;第一绳索的下端则穿设于滑轮42所在的第三滑轮组,第二绳索下端穿设于滑轮47所在的第四滑轮组,第三滑轮组的轴线与上述第四滑轮组的轴线共线。而第一滑轮组的轴线与第二滑轮组的轴线可以共线,也可以相互平行而不共线。在不共线时,可以在两个维度上减小重物的振动。

[0042] 上述的第一绳索、第二绳索,均可以为钢丝绳。

[0043] 下文以某一个方向的第一间距L为例说明本发明的实现方法,其他方向相同。

[0044] 图5为本方法发明的分析简图。

[0045] 其中:Q为质点质量。当Q处于平衡位置时,相距L固定的两根绳索内力相等,在水平方向产生的分力也相等为 $Q \cdot \tan(\theta_1)/2$ 。当Q承受向右瞬时外力作用时,如果外力小于等于 $Q \cdot \tan(\theta_1)/2$ ,右侧绳索,即第二绳索拉力减小,且重物Q不会产生摆动;如果外力大于 $Q \cdot \tan(\theta_1)/2$ ,则产生位移 $\Delta x$ ,左侧绳索,即第一绳索在水平方向产生分力为: $-Q/2 \tan(\theta_2)$ ,右侧绳索因是柔性的,不能受压,拉力减为0。

[0046] 因此,对于Q来说,会产生一个向左的阻尼力Z,大小为 $Q/2 \cdot (\tan(\theta_2) - \tan(\theta_1))$ ,且 $\Delta x$ 越大,阻尼力越大。由此可见,当有位移 $\Delta x$ 时,Q摆动范围为单摆运动的某一段。反之,如果Q承受向左瞬时外力作用时,效果相反。小阻尼振动振幅与时间关系曲线如图6。本发明振动只发生在位移X之外。因此本发明的此关系曲线如图7所示。

[0047] 下面,使用能量法确定间距L与振动幅度 $\Delta \theta$ 的关系:

[0048] 以下公式中,重物或吊钩的摆动幅度为 $\Delta \theta$ ,重物摆动的初始速度为 $v_0$ ,所述第一间距为L,第一高度与第二高度的高度差为H,

[0049] 设重物Q受到足够的扰动(外力大于 $Q \cdot \tan(\theta_1)/2$ )后,产生初始速度 $v_0$ 。则系统所具有的初始能量 $T = Q \cdot (v_0)^2 / 2$ 。

[0050] 由于是微幅摆动,做以下假设:左侧绳索的水平分力为 $-Q/2 \tan(\theta_2)$ ,近似取为 $-Q/2 \tan(\theta_1)$ ,且大小不变。摆动过程中,初始动能大部分转化为重物势能,少部分由于内力做功消耗,记为 $Th$ 。由三角函数关系得扰动后重物Q的高度变化值 $\Delta H$ :

$$[0051] \quad \Delta H = \sqrt{H^2 + (L/2)^2} \times [1 - \cos(\theta + \Delta \theta)]$$

$$[0052] \quad \text{另: } \theta = \arctan(L/2H)$$

$$[0053] \quad Q \text{的势能: } V = Qg \cdot \Delta H$$

$$[0054] \quad \text{根据能量守恒原理: } T = V + Th$$

$$[0055] \quad \text{即: } Q \times v_0^2 / 2 = Qg \sqrt{H^2 + (L/2)^2} \times [1 - \cos(\theta + \Delta \theta)] + Th$$

[0056] 本发明方法旨在研究L对振幅的影响,在此忽略内力损耗,即设 $T_h=0$ ,系统做无阻尼简谐振动。

[0057] 因此:

[0058]

$$\begin{aligned}\Delta\theta &= \arccos[1 - v_0^2 / (2g\sqrt{H^2 + (L/2)^2})] - \arctan(L/2H) \\ &= \arccos[1 - v_0^2 / (2gH\sqrt{1 + (L/H)^2 / 4})] - \arctan[(L/H)/2] \quad (\text{公式1})\end{aligned}$$

[0059] 对于确定扰动和系统,本发明进行数值模拟,自变量为L,因变量为 $\Delta\theta$ ,结果如图8所示。由图8可知,图8中,横坐标值为L/H,纵坐标为角度。直线1为 $\Delta\theta$ ,直线2为相应L/H值换算后的 $\theta$ 。可见,通过设置间距L,可以实现摆动角度的有效减小。因此,本发明实施例的起重机,在H确定的情况下,可以以上述公式1来确定 $\Delta\theta$ 与L之间的关系,进而确定 $\theta$ 与L。并且,在 $\theta$ 角越大的情况下,其摆动角度相对越小。

[0060] 当然,上述图8的数据只是为了说明本发明的有益效果而进行的特殊举例,并不代表本发明局限于上述数字。

[0061] 虽然已参照典型实施例描述了本申请,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。由于本申请能够以多种形式具体实施而不脱离发明的精神或实质,所以应当理解,上述实施例不限于任何前述的细节,而应在随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同范围内的全部变化和改型都应为随附权利要求所涵盖。

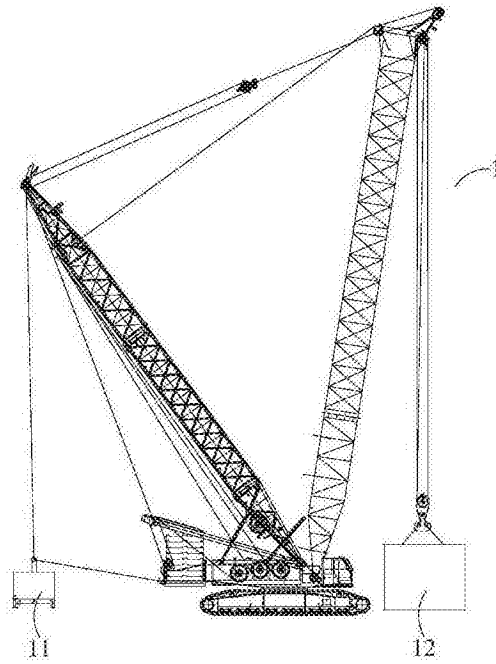


图1

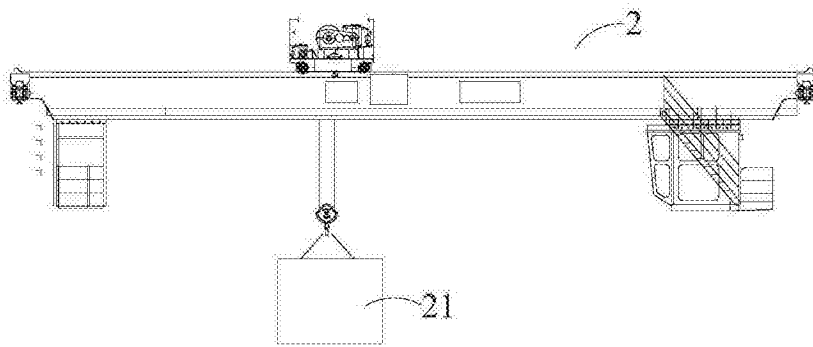


图2

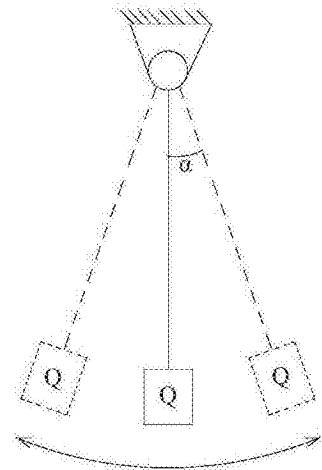


图3

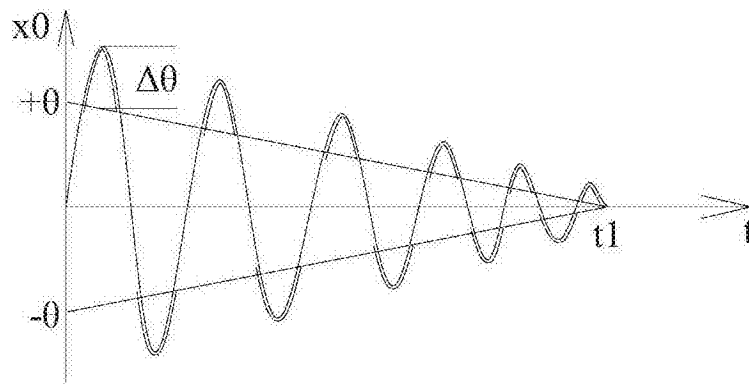
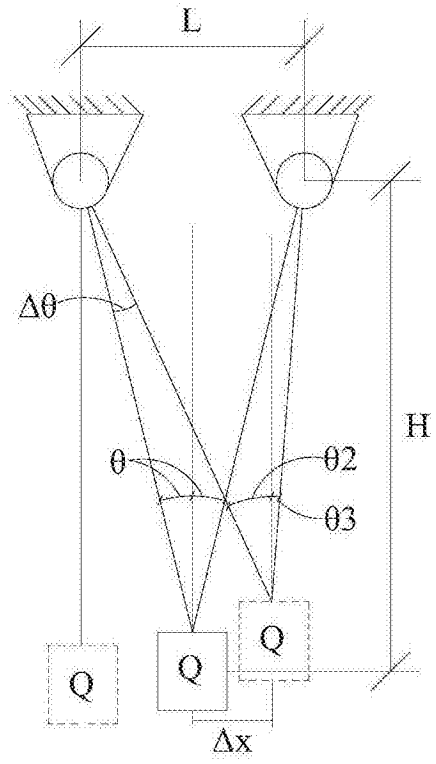
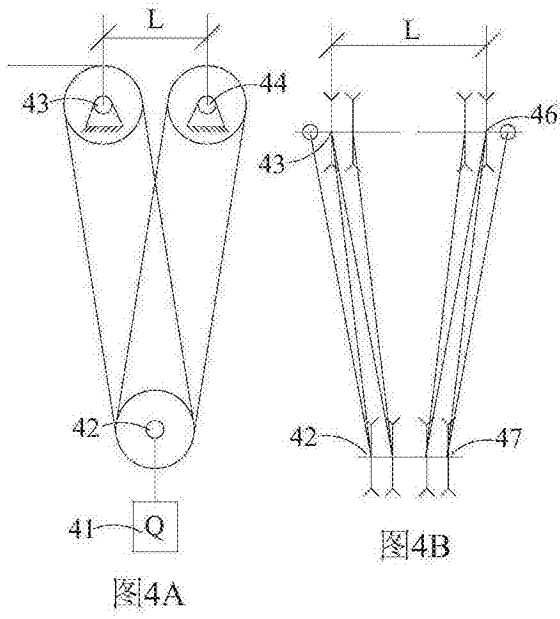


图6



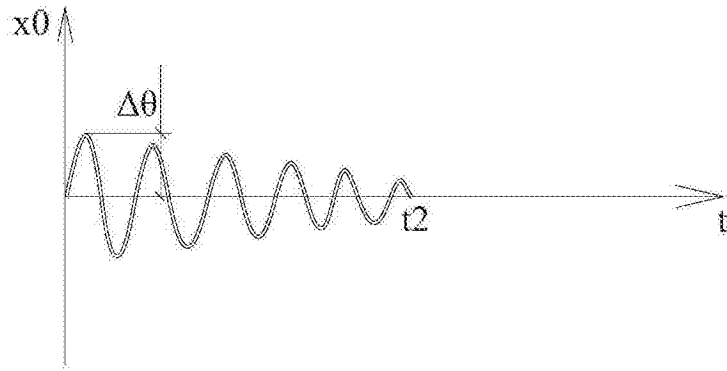


图7

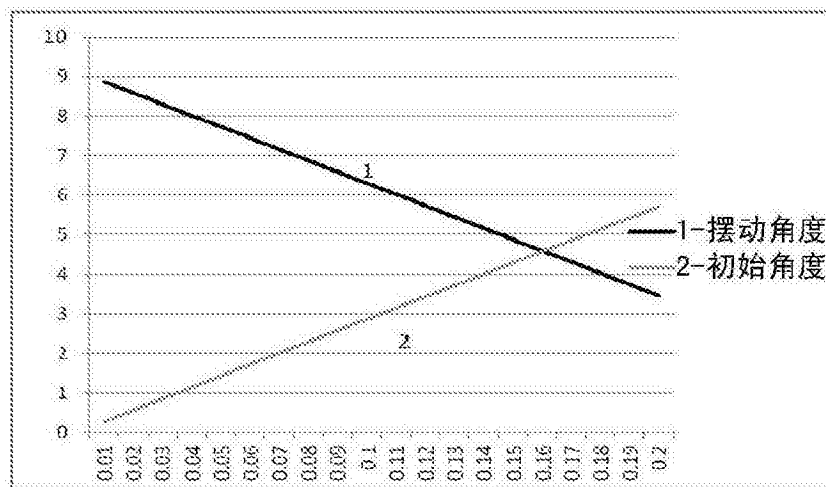


图8