

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103064425 A

(43) 申请公布日 2013. 04. 24

(21) 申请号 201210590654. 5

(22) 申请日 2012. 12. 31

(71) 申请人 中联重科股份有限公司
地址 410013 湖南省长沙市岳麓区银盆南路
361 号

(72) 发明人 刘仰清 曾亚平 王曦鸣 曾光
王唯金

(74) 专利代理机构 北京润平知识产权代理有限
公司 11283
代理人 肖冰滨 南毅宁

(51) Int. Cl.
G05D 3/00 (2006. 01)

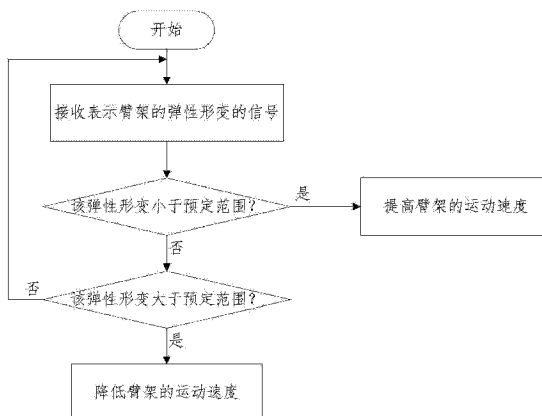
权利要求书2页 说明书7页 附图5页

(54) 发明名称

提高臂架运动稳定性的方法、系统及工程机
械

(57) 摘要

本发明公开了一种提高臂架运动稳定性的方
法、系统及包含该系统的工程机械,该方法包括:
接收所述臂架的弹性形变;以及在控制所述臂架
沿一轨迹运动期间,在所述弹性形变超出预定范
围内时,降低所述臂架的运动速度。由于臂架运
动速度越快,其所承受的动载荷越大,因此通过
上述技术方案,降低臂架运动速度有助于减少
臂架的弹性变形,提高臂架的稳定性。



1. 一种用于提高臂架运动稳定性的方法,其特征在于,该方法包括:
接收表示所述臂架的弹性形变的信号;以及
在控制所述臂架沿一轨迹运动期间,在所述弹性形变超出预定范围内时,降低所述臂架的运动速度。
2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,该方法还包括:
在控制所述臂架沿所述轨迹运动期间,在所述弹性形变位于所述预定范围内时,提高所述臂架的运动速度。
3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述轨迹按照以下步骤来规划:
接收臂架的当前姿态以及目标位置,该当前姿态包括臂架的长度向量及角度向量;
根据该当前姿态,确定所述臂架末端的当前位置;
根据该当前位置及所述目标位置,规划所述臂架的轨迹;以及
将该轨迹所涉及的姿态与预先存储的危险姿态进行比较,并在轨迹所涉及的姿态存在危险姿态时,重新规划轨迹,以使得重新规划后的轨迹不存在危险姿态。
4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,所述预先存储的危险姿态通过以下步骤确定:
确定所述臂架在每一姿态下的刚度矩阵;以及
在所述刚度矩阵的竖直方向刚度或扭转刚度小于相应的预设值时,确定该刚度矩阵所对应的姿态为危险姿态,存储该危险姿态。
5. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于,确定所述臂架在每一姿态下的刚度矩阵包括:
通过有限元计算方法建立不同姿态下臂架的刚度矩阵数据库;
拟合臂架的刚度矩阵与臂架姿态之间的函数关系;以及
根据该函数关系,确定所述臂架在所述每一姿态下的质量矩阵。
6. 根据权利要求3-5中任一项权利要求所述的方法,其特征在于,所规划的臂架轨迹满足:
 $\theta_1' < \theta_1(t) < \theta_1''$, $\theta_2' < \theta_2(t) < \theta_2''$, $\dots, \theta_n' < \theta_n(t) < \theta_n''$; 及
 $l_1' < l_1(t) < l_1''$, $l_2' < l_2(t) < l_2''$, $\dots, l_m' < l_m(t) < l_m''$,
其中, $\theta_1(t)$, $\theta_2(t)$, $\dots, \theta_n(t)$ 分别表示所述臂架的 n 节折叠臂的角度与时间 t 的函数; $l_1(t)$, $l_2(t)$, $\dots, l_m(t)$ 分别表示所述臂架的 m 节伸缩臂的长度与时间 t 的函数; θ_1' , θ_2' , \dots, θ_n' 分别表示所述臂架的 n 节折叠臂的最小允许角度; θ_1'' , θ_2'' , \dots, θ_n'' 分别表示所述臂架的 n 节折叠臂的最大允许角度; l_1' , l_2' , \dots, l_m' 分别表示所述臂架的 m 节伸缩臂的最小允许长度; l_1'' , l_2'' , \dots, l_m'' 分别表示所述臂架的 m 节伸缩臂的最大允许长度。
7. 根据权利要求6所述的方法,其特征在于,所规划的臂架轨迹满足: $t < t_1$,
其中, t_1 表示所述臂架末端到达所述目标位置所消耗的时间最大允许值。
8. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述臂架为伸缩折叠臂。
9. 一种用于提高臂架运动稳定性的系统,其特征在于,该系统包括:
应变传感器,用于检测所述臂架的弹性形变;以及
轨迹控制器,用于执行根据权利要求1-8中任一项权利要求所述的方法。

10. 一种工程机械,其特征在于,该工程机械包括根据权利要求 9 所述的系统。

提高臂架运动稳定性的方法、系统及工程机械

技术领域

[0001] 本发明涉及工程机械领域,具体地,涉及一种提高臂架运动稳定性的方法、系统及包含该系统的工程机械

背景技术

[0002] 目前,国内外对臂架在运动过程的振动控制及轨迹控制的研究十分稀少。国内外高校及研究机构进行了很多针对压电智能材料应用于悬臂梁的主动控制的研究工作,其控制方式是通过压电材料的正逆压电效应对结构产生的变形进行抑制。另外,小松及国外的挖掘机公司曾对挖掘机的臂架结构的振动控制进行研究,国外著名消防车公司 Magirus 曾经就高空消防车臂架结构进行过轨迹控制以及简单的减振处理。

发明内容

[0003] 本发明的目的是提供一种提高臂架运动稳定性的方法、系统及包含该系统的工程机械。

[0004] 为了实现上述目的,本发明提供一种用于提高臂架运动稳定性的方法,该方法包括:接收表示所述臂架的弹性形变的信号;以及在控制所述臂架沿一轨迹运动期间,在所述弹性形变超出预定范围内时,降低所述臂架的运动速度。

[0005] 相应地,本发明还提供一种用于提高臂架运动稳定性的系统,该系统包括:应变传感器,用于检测所述臂架的弹性形变;以及轨迹控制器,用于执行上述方法。

[0006] 相应地,本发明还提供一种工程机械,该工程机械包括上述系统。

[0007] 由于臂架运动速度越快,其所承受的动载荷越大,因此通过上述技术方案,降低臂架运动速度有助于减少臂架的弹性变形,提高臂架的稳定性。

[0008] 本发明的其他特征和优点将在随后的具体实施方式部分予以详细说明。

附图说明

[0009] 附图是用来提供对本发明的进一步理解,并且构成说明书的一部分,与下面的具体实施方式一起用于解释本发明,但并不构成对本发明的限制。在附图中:

[0010] 图 1 示出了该高空消防车伸缩折叠臂的结构示意图;

[0011] 图 2 为本发明提供的臂架控制系统的结构示意图;

[0012] 图 3 为图 1 所示的伸缩折叠臂的简化模型图;

[0013] 图 4 为在本发明的臂架控制系统的控制下施加至臂架的液压力与臂架的速度之间关系示意图;

[0014] 图 5 为本发明提供的臂架轨迹规划流程图;

[0015] 图 6 为本发明提供的臂架控制系统的另一实施方式的结构示意图;以及

[0016] 图 7 为提高臂架运动稳定性的臂架控制方法流程图。

[0017] 附图标记说明

[0018]	10	长度传感器	20	角度传感器
[0019]	30	速度传感器	40	控制器
[0020]	50	液压系统	60	臂架
[0021]	70	形变传感器		

具体实施方式

[0022] 以下结合附图对本发明的具体实施方式进行详细说明。应当理解的是,此处所描述的具体实施方式仅用于说明和解释本发明,并不用于限制本发明。

[0023] 由于臂架在运动过程中,臂架的刚度变化较大,因此不能用静态的结构建模方式将此系统简化成固定的动力学方程。为此,本发明提出了一种基于变姿态臂架结构动力学模型的臂架运动过程中的振动控制方案。以下以高空消防车伸缩折叠臂为例进行说明,当然本发明并不限于此,本发明可适用于任何存在振动控制需求、稳定性控制、和/或轨迹规划的臂架。

[0024] 图1示出了该高空消防车伸缩折叠臂的结构示意图,伸缩折叠臂是一种既可伸缩又可折叠的多节臂架,在此仅以两节折叠臂、多级伸缩臂的伸缩折叠臂作为实例对象进行说明。在下文的描述中,会涉及长度传感器,角度传感器、速度传感器、及应变传感器,需要说明的是,在传感器对外部数据进行采集的过程中,可对数据进行滤波处理。这种滤波处理的目的在于过滤掉信号中的干扰成分,例如由于颤振引起的高频振动和伸缩折叠臂的低频振动相叠加,从传感器中测量的数据中包含这两种成分,为了对所关注的低频振动进行有效的抑制,应根据具体的频率分布不同,设计滤波器将信号中包含的高频信号进行滤去,最后得到的信号主要由低频信号组成。

[0025] 图2为本发明提供的臂架控制系统的结构示意图。如图2所示,该系统包括:长度传感器10于检测所述臂架60臂的长度,以得到该臂架60度向量;角度传感器20于检测所述臂架60臂的角度,以得到该臂架60度向量;速度传感器30于检测所述臂架60臂的速度,以得到该臂架60前速度向量;以及控制器40于根据所述长度向量及角度向量(该长度向量及角度向量即决定了臂架的当前姿态),确定与该当前姿态相对应的相对应的质量矩阵及刚度矩阵,将该质量矩阵及刚度矩阵代入所述臂架的结构动力学方程,根据该结构动力学方程进行主动振动控制,计算出反馈增益向量(在此,可对该结构动力学方程应用模态控制算法、PID控制算法、模糊控制算法、模糊神经网络、独立模态控制算法之一来计算反馈增益向量,具体采用何种算法可取决于实际测出的臂架响应是否满足指标要求);以及根据该反馈增益向量及所述当前速度向量,施加一控制信号至液压系统50而控制该液压系统施加至所述臂架60压力,以在控制所述臂架60的同时,抑制所述臂架60。

[0026] 其中,所述确定与该当前姿态相对应的质量矩阵及刚度矩阵包括:通过有限元计算方法建立不同姿态下臂架的刚度矩阵及质量矩阵数据库;拟合臂架的刚度矩阵及质量矩阵与臂架姿态之间的函数关系;以及根据该函数关系,确定所述臂架在所述当前姿态下的质量矩阵及刚度矩阵。举例而言,所述刚度矩阵与臂架姿态之间的函数关系可被拟合如下:

[0027]

$$K = a\varphi_A + bL$$

[0028] 其中, φ_A 为所述臂架的角度向量, L 为所述臂架的长度向量, a 及 b 均为拟合系数。

[0029] 其中, 所述臂架的结构动力学方程可通过以下步骤构建: 可将图 1 所示的伸缩折叠臂简化成如图 3 所示的多自由柔性臂架模型, 第一号臂总共有 M_1 个伸缩臂, 第二号臂总共有 M_2 个伸缩臂。各节伸缩臂之间通过滑移副进行约束, 同时伸缩臂建立接触。第一号臂与第二号臂之间建立转动副, 飞臂与第二号臂之间建立转动副, 同时飞臂与工作平台之间建立转动副。其中每节伸缩臂分别用多个梁单元节点进行模拟, 以提高计算精度。根据建立的多自由度柔性臂架模型应用拉格朗日方法可建立结构动力学方程。

[0030] 为了使模型计算精度更加可靠在结构动力学方程中引入风载荷和喷水载荷: 风载荷按照中国建筑结构荷载规范(GBJ9-89)计算:

$$[0031] \quad f_w(z, t) = u_s D(z) w(z, t)$$

$$[0032] \quad w(z, t) = u_z w_0(t) = [(0.1z)^{2\alpha}] [\rho \bar{v}_{10} v(t)] \alpha$$

[0033] 式中, $D(z)$ 是迎风面积; u_s 是体型系数; $w(z, t)$ 是 z 高度处的动风压; u_z 是风脉动系数; $w_0(t)$ 是 10m 高度处的风压; $\alpha = 0.16$ 是粗糙度系数; $\rho = 0.00125 \text{kg/m}^3$ 表示空气密度; \bar{v}_{10} 是设计风速常量, $v(t)$ 是 10m 处的脉动风速, 按 Davenport 谱确定。

[0034] 喷水载荷作用模型如下:

$$[0035] \quad f_w = \beta \rho \pi (d/2)^2 v$$

[0036] 其中 ρ 是水密度; d 是水管直径; v 是水流速度; β 是喷水载荷系数;

[0037] 根据多自由度柔性臂架模型和载荷作用模型得到动力学方程:

$$[0038] \quad M \ddot{x} + C \dot{x} + Kx = B_s F + E_s e$$

$$[0039] \quad e = G + f_w + f_w(z, t)$$

$$[0040] \quad x(t_0) = x_0$$

$$[0041] \quad \dot{x}(t_0) = \dot{x}_0$$

[0042] 其中, \ddot{x} 、 \dot{x} 、 x 分别代表臂架的加速度、速度及位移向量, M 表示臂架的质量矩阵, G 表示载重量, C 表示臂架的阻尼矩阵, K 表示臂架的刚度矩阵, F 表示臂架液压作动器控制力, e 表示臂架总的外激励载荷, f_w 为喷水载荷, $f_w(z, t)$ 为动力风载荷, E_s 为外部激励定位矩阵; B_s 为作动器位置矩阵; x_0 、 \dot{x}_0 分别为结构的初始位移和初始速度向量。

[0043] 根据结构动力学方程运用结构振动控制算法进行求解得到液压作动器控制力与臂架结构状态向量(本文为速度向量)的作用关系 $F = Ga * V$

[0044] 结构振动控制算法包括模态控制算法、PID 控制算法、模糊控制算法、模糊神经网络等, 其中以模态空间控制算法举例:

[0045] 伸缩折叠臂柔性臂架模型自由度较多, 方程之间各参数相互耦合这导致求解变的十分困难。通过独立空间模态方法, 消除了耦合, 在反馈中的反馈控制力完全独立于解耦的独立模态, 因此可以减少控制器的阶数, 使控制系统的设计得到简化。

[0046] 其中一种控制算法通过动力学模态计算得到固有频率 ω_i 以及相应的模态矩阵

$\Phi = [\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_n]$ 。首先进行坐标变化 $\{x\} = [\Phi] \{\eta\} = \sum_{i=1}^n \eta_i \phi_i$, 将原有的 $\{x\}$ 坐标替换为

$\eta = [\eta_1, \eta_2, \dots, \eta_n]^T$, 方程两边同时乘以 Φ^T 矩阵得到广义模态坐标运动方程:

$$[0047] \quad M^* \ddot{\eta} + C^* \dot{\eta} + K^* \eta = f + E_s^* e$$

$$[0048] \quad \text{其中 } M^* = \Phi^T M \Phi, C^* = \Phi^T C \Phi, K^* = \Phi^T K \Phi, E_s^* = \Phi^T E_s, f = \Phi^T B_s F$$

[0049] 将广义模态坐标运动方程写成状态方程的形式：

$$[0050] \quad \{\dot{q}_i\} = A_i \{q_i\} + B_i \{e_i\} + D_i \{f_i\} \quad i=1, 2, \dots, n$$

[0051] 其中 $\{q_i\} = \{\eta_i, \dot{\eta}_i\}^T$ 为状态向量, A_i, B_i, D_i 分别为结构的系数矩阵、干扰矩阵、控制矩阵, 且满足以下关系：

$$[0052] \quad A_i = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -\omega_i^2 & -2\xi_i\omega_i \end{pmatrix}, B_i = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}, D_i = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$$

[0053] 其中, ξ_i 表示表示各阶模态阻尼比。

[0054] 接着进行模态截断截去高阶模态可得：

$$[0055] \quad \{\dot{q}_i\} = A_i \{q_i\} + B_i \{e_i\} + D_i \{f_i\} \quad i=1, 2, \dots, m \quad (m < n)$$

[0056] 最后通过线性 2 次型最优控制理论, 设置合理的权矩阵 Q_i 和常数 R_i , 控制力 F 及反馈增益的计算可通过下述方程得到：

$$[0057] \quad Q_i = \begin{pmatrix} K_i^* & 0 \\ 0 & M_i^* \end{pmatrix}$$

$$[0058] \quad Ga = \text{lqr}(A_i, B_i, Q_i, R_i)$$

$$[0059] \quad F = Ga * V$$

[0060] 其中, $\text{lqr}()$ 为计算工具中常用的函数公式。

[0061] 具体而言, 其中, 所述控制器控制所述液压系统施加至所述臂架的液压力可满足以下公式：

$$[0062] \quad F = Ga * V$$

[0063] 其中, F 为所述液压力, Ga 为所述反馈增益向量, V 为所述当前速度向量。藉此, 可保证液压力的方向和振动方向(该振动方向与速度方向相反)始终处于反方向, 液压力始终阻碍臂架的振动, 而不是加强臂架的振动, 减少液压力时滞对系统的影响(具体原理将在以下进行分析)。当然, 本发明并不限于该具体的公式, 只要可达到减少液压力时滞对系统的影响、抑制臂架振动的效果, 对该公式进行稍微的调整亦是可行的。

[0064] 液压系统的时滞性是指从控制信号到油缸中的液压力达到控制信号所要求的液压力的大小这个过程中所要耗费的时间。一般来说时滞性越大, 可控性则越差, 两者是反比关系。良好的控制系统的建立需要解决液压系统时滞的影响。从理论上讲液压力越接近理论值, 控制效果越好; 同时液压力变化幅度越大, 时滞性也越大, 从而使得液压力偏离了预期的理论值, 控制效果则会变差。这两者是矛盾关系, 因此实际输出的液压力应在理论液压力的基础上进行调整。

[0065] 图 4 为在本发明的臂架控制系统的控制下施加至臂架的液压力与臂架的速度之间关系示意图。如图 4 所示, 当时刻为 t_1, t_2, t_3, t_4 时, 臂架的运动速度为 0, 这时候臂架运动的方向将从正方向变为逆方向, 如果此时刻对应的液压力不能很快的变换液压力作用方向, 那么此臂架控制系统的振动控制效果会大大降低, 严重时有可能对系统的振动起到加大作用。而通过本发明的臂架控制系统的控制, 在臂架速度到达 0 的时刻, 让液压系统的液压力也正好为 0, 这时液压系统能够迅速的调节液压力的方向, 同时液压时滞的影响也最小。当然, 以上将速度的变化趋势采用三角波的方式进行模拟仅仅是示例性的, 而实际中可能是正弦波, 或其他形式, 这些都不影响这种控制策略的应用。本发明对液压力的控制方式

不但能实现液压力连续的变化,降低液压力本身的冲击效应,同时保证液压力和振动方向始终处于反方向,从而使得液压力始终抑制结构振动,并且将液压系统的时滞效应带来的负面影响降到最低。

[0066] 以上针对振动抑制及消除时滞影响方面对本发明的臂架控制系统进行了说明,以下针对轨迹规划来对本发明的臂架控制系统进行说明。需要说明的是,本实施例可与上述振动抑制及消除时滞影响的实施例结合使用,即所述控制器可根据本实施例所规划的轨迹来控制液压系统,然而其在控制液压系统施加液压力时,需如上述实施例那样进行控制,从而振动抑制并消除时滞影响。

[0067] 一般而言,臂架(尤其是超长臂架)柔度较大,运动过程中变形很大,不同姿态下系统的刚度不同,因此对变幅运动及伸缩运动的正确规划能够确定最佳的刚度姿态,从而大幅度提高结构运动过程的稳定性,降低运动过程中的振动幅度。

[0068] 图5为本发明提供的臂架轨迹规划流程图。如图5所示,所述控制器可接收臂架的当前姿态以及目标位置,该当前姿态包括臂架的长度向量及角度向量;根据该当前姿态,确定所述臂架末端的当前位置;根据该当前位置及所述目标位置,规划所述臂架的轨迹;以及将该轨迹所涉及的姿态与预先存储的危险姿态进行比较,并在轨迹所涉及的姿态存在危险姿态时,重新规划轨迹,以使得重新规划后的轨迹不存在危险姿态。藉此,避开这些危险姿态,让臂架尽量处于稳定姿态,从而提高臂架在运动过程中的稳定性。

[0069] 其中,所述预先存储的危险姿态通过以下步骤确定:通过上述有限元计算方法及拟合的函数,确定所述臂架在每一姿态下的刚度矩阵;以及在所述刚度矩阵的竖直方向刚度或扭转刚度小于相应的预设值时,确定该刚度矩阵所对应的姿态为危险姿态,存储该危险姿态。通过该过程,可建立危险姿态数据库,在规划臂架运动轨迹时,可参考该危险姿态数据库。

[0070] 具体而言,臂架在空间中的刚度分布可表示为一函数关系 $K(l_1(t), l_2(t), \dots, l_m(t), \theta_1(t), \theta_2(t), \dots, \theta_n(t))$, 其变量为该臂架的 m 节伸缩臂的长度 l_1, l_2, \dots, l_m ; n 节折叠臂的角度 $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_n$ 。在臂架运动过程中,该长度及角度均是时间 t 的函数,其需满足边界条件:

[0071] $\theta_1' < \theta_1(t) < \theta_1''$, $\theta_2' < \theta_2(t) < \theta_2''$, \dots , $\theta_n' < \theta_n(t) < \theta_n''$;

[0072] $l_1' < l_1(t) < l_1''$, $l_2' < l_2(t) < l_2''$, \dots , $l_m' < l_m(t) < l_m''$,

[0073] 其中,其中, $\theta_1(t), \theta_2(t), \dots, \theta_n(t)$ 分别表示所述臂架的 n 节折叠臂的角度与时间 t 的函数; $l_1(t), l_2(t), \dots, l_m(t)$ 分别表示所述臂架的 m 节伸缩臂的长度与时间 t 的函数; $\theta_1', \theta_2', \dots, \theta_n'$ 分别表示所述臂架的 n 节折叠臂的最小允许角度; $\theta_1'', \theta_2'', \dots, \theta_n''$ 分别表示所述臂架的 n 节折叠臂的最大允许角度; l_1', l_2', \dots, l_m' 分别表示所述臂架的 m 节伸缩臂的最小允许长度; $l_1'', l_2'', \dots, l_m''$ 分别表示所述臂架的 m 节伸缩臂的最大允许长度。

[0074] 另外,所述臂架在运动过程中可能还需要满足时间约束条件:

[0075] $t < t_1$,

[0076] 其中, t_1 表示所述臂架末端到达所述目标位置所消耗的时间最大允许值。

[0077] 整体而言,在需要控制臂架末端从当前位置到目标位置时,寻找出最佳的长度及角度随时间变化的函数关系,以满足超长臂架运动过程中刚度最佳的状态从而抑制振动,

并且使运动时间在规定值范围内,是解决超长臂架运动稳定性的核心问题。此种轨迹优化方式是求解泛函

[0078] $K(l_1(t), l_2(t), \dots, l_m(t), \theta_1(t), \theta_2(t), \dots, \theta_n(t))$ 在边界条件及时间约束下的最值问题。

[0079] 以上对臂架运动的轨迹优化进行了说明,下面单从臂架稳定性控制方面对本发明的臂架控制系统进行说明,需要说明的是,以下所描述的控制方式可与上述轨迹规划实施方式相结合,但独立于上述抑制振动并解决时滞问题的实施方式,故以下单独对该实施方式进行描述。

[0080] 图6为本发明提供的臂架控制系统的另一实施方式的结构示意图,图7为提高臂架运动稳定性的臂架控制方法流程图。如图6及图7所示,本发明提供一种用于提高臂架运动稳定性的臂架控制系统,该系统包括:应变传感器70于检测所述臂架60的弹性形变;以及控制器40于在控制所述臂架60轨迹(该轨迹可为按照上述轨迹规划实施方式得到的轨迹)运动期间,在所述弹性形变超出预定范围时,降低所述臂架60运动速度。由于臂架运动速度越快,其所承受的动载荷越大,因此降低臂架运动速度有助于减少臂架的弹性变形,提高臂架的稳定性。

[0081] 优选地,所述控制器还在控制所述臂架沿所述轨迹运动期间,在所述弹性形变小于所述预定范围内时,提高所述臂架的运动速度。藉此,可不但考虑到臂架运动的稳定性,而且还适当调节运动速度从而保证运行的时间较短,实现运动过程又快又稳的功能需求。

[0082] 其中,所述应变传感器可安装于臂架的末端或者安装于臂架每节臂的末端。当安装于每节臂末端时,所述控制器可在任一应变传感器所检测的弹性形变超出预定范围时,便降低臂架的运动速度。

[0083] 所述提高或降低臂架的运动速度是通过液压系统50液压力实现的。当在臂架运动过程中所检测到的弹性变形较大时,控制器可输出控制信号,控制液压系统调节液压力,使得臂架的变幅或伸缩运动的速度及角速度适当减慢,从而控制臂架的弹性变形返回到理想状态;当在臂架运动过程中所检测到的弹性变形较小时,控制器可输出控制信号,控制液压系统调节液压力,控制臂架的变幅或伸缩运动的速度及角速度适当加快,从而缩短整个臂架的运动的时间。其中伸缩折叠臂初始的运动速度及角速度可通过手柄控制电液比例控制输入,也可通过轨迹控制器中预设矩阵输入。

[0084] 相应地,本发明还提供了有关上述系统的相应方法,具体细节及益处与上述系统相类似,于此不再赘述。

[0085] 相应地,本发明还提供了一种工程机械,该工程机械包括根上述臂架控制系统。该工程机械可包括任何包含臂架的工程机械,诸如泵车、消防车、起重机等。

[0086] 以上结合附图详细描述了本发明的优选实施方式,但是,本发明并不限于上述实施方式中的具体细节,在本发明的技术构思范围内,可以对本发明的技术方案进行多种简单变型,这些简单变型均属于本发明的保护范围。

[0087] 另外需要说明的是,在上述具体实施方式中所描述的各个具体技术特征,在不矛盾的情况下,可以通过任何合适的方式进行组合。为了避免不必要的重复,本发明对各种可能的组合方式不再另行说明。

[0088] 此外,本发明的各种不同的实施方式之间也可以进行任意组合,只要其不违背本

发明的思想,其同样应当视为本发明所公开的内容。

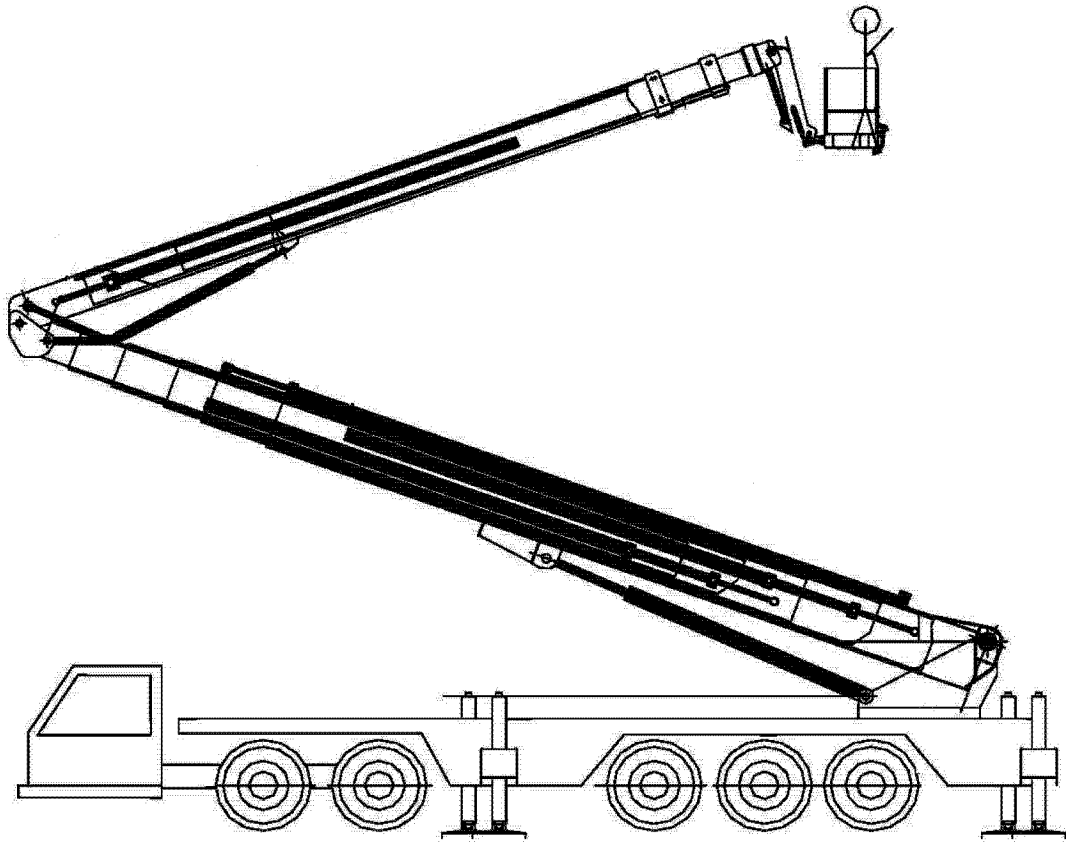


图 1

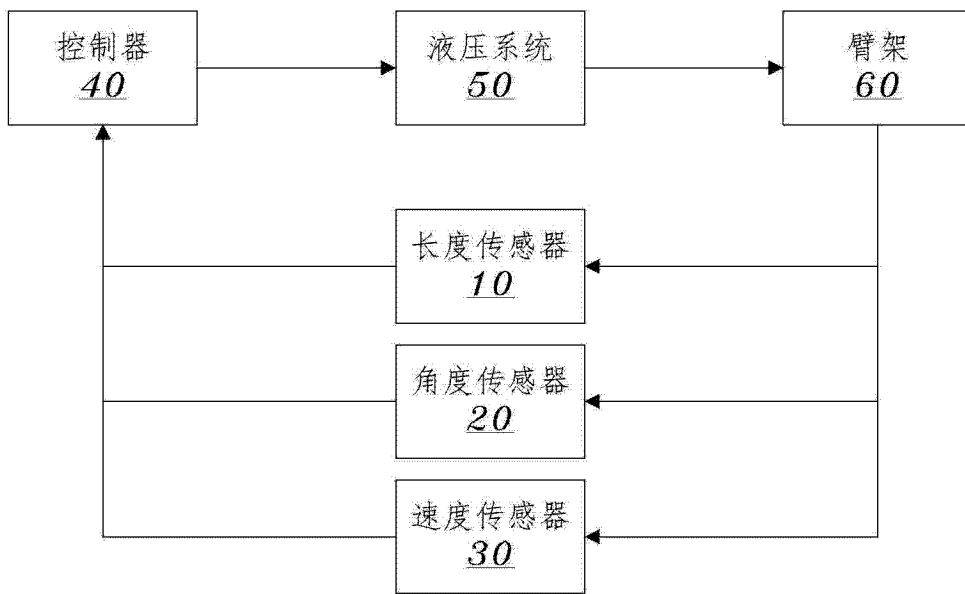


图 2

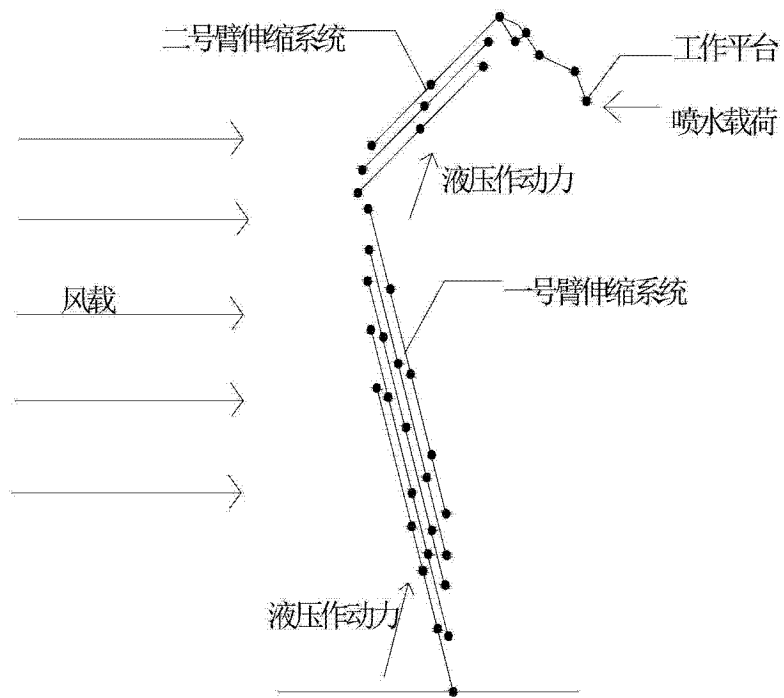


图 3

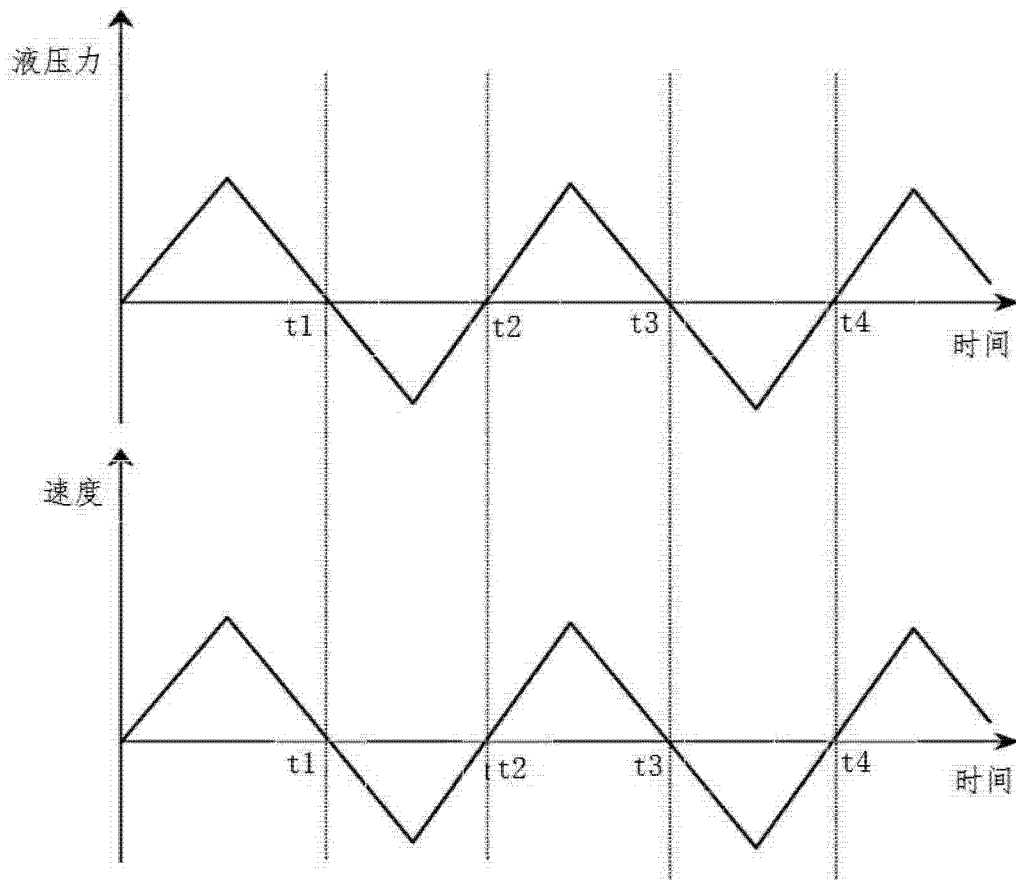


图 4

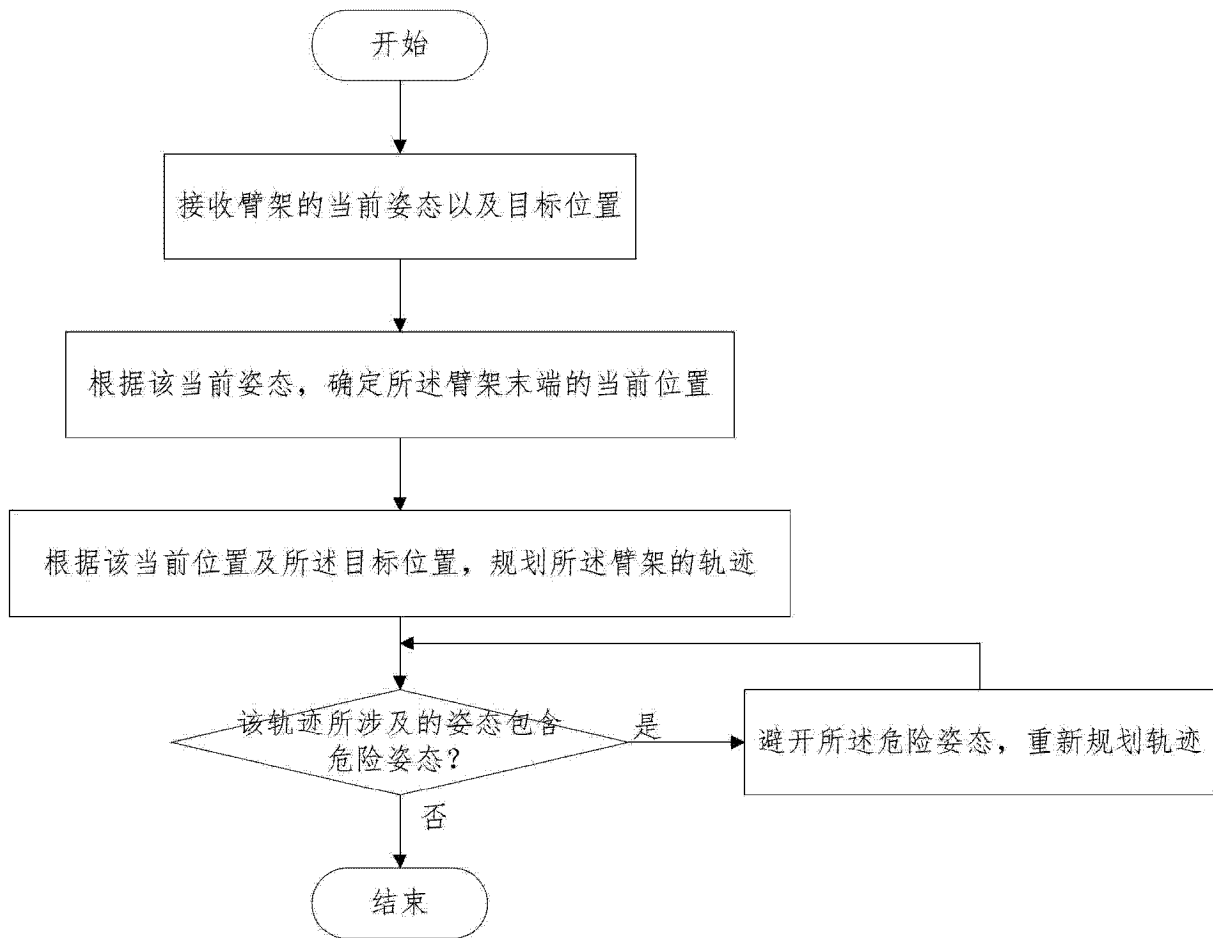


图 5

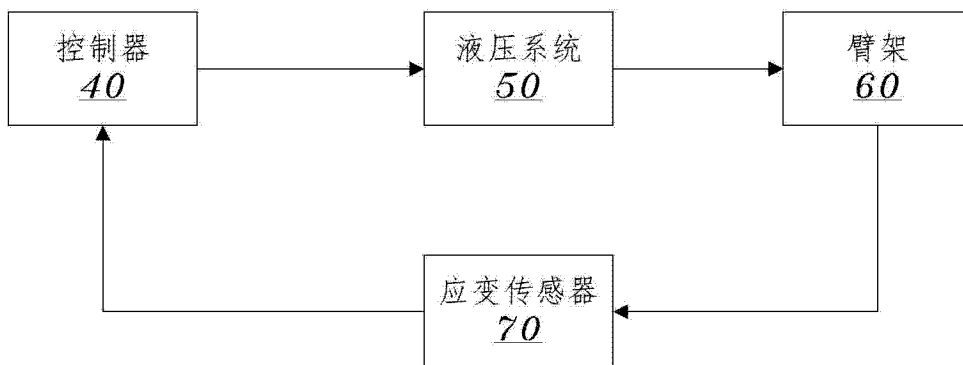


图 6

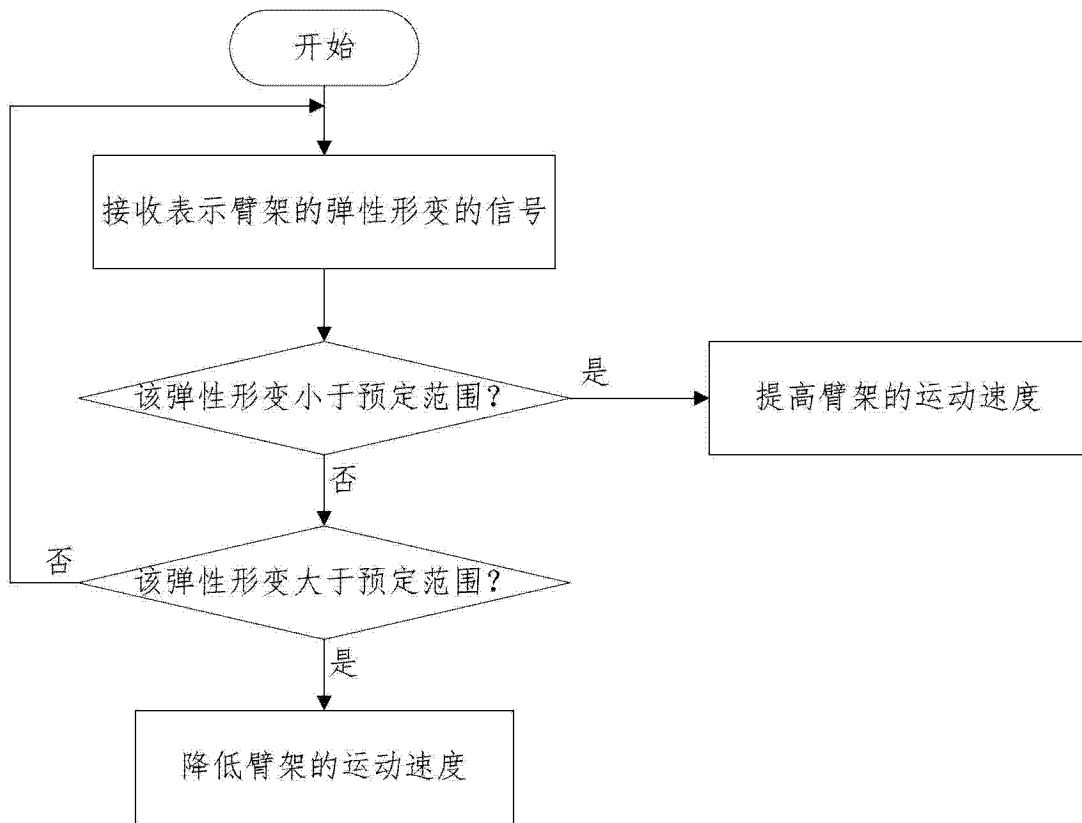


图 7