

(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 4 月 25 日 (25.04.2013)



(10) 国际公布号
WO 2013/056446 A2

- (51) 国际专利分类号:
E04G 21/04 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2011/081020
- (22) 国际申请日: 2011 年 10 月 20 日 (20.10.2011)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (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]; 中国湖南省长沙市岳麓区银盆南路 361 号, Hunan 410013 (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 415106 (CN)。
- (72) 发明人: 及
- (75) 发明人/申请人 (仅对美国): **黄毅 (HUANG, Yi)** [CN/CN]; 中国湖南省长沙市岳麓区银盆南路 361 号, Hunan 410013 (CN)。 **王佳茜 (WANG, Jiaqian)** [CN/CN]; 中国湖南省长沙市岳麓区银盆南路 361 号, Hunan 410013 (CN)。 **黄露 (HUANG, Lu)** [CN/CN]; 中国湖南省长沙市岳麓区银盆南路 361 号, Hunan 410013 (CN)。 **邝昊 (KUANG, Hao)** [CN/CN]; 中国湖南省长沙市岳麓区银盆南路 361 号, Hunan 410013 (CN)。 **杨文 (YANG, Wen)** [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: 北京润平知识产权代理有限公司 (RUN-PING & PARTNERS); 中国北京市海淀区北四环西路 9 号银谷大厦 515 室, Beijing 100190 (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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, 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, 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。
- (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), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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:

- 包括按条约第 17 条(2)(a)所作的宣布, 不包括摘要, 发明名称未经国际检索单位审查。

(54) Title: PUMPER AND METHOD, CONTROLLER, AND APPARATUS FOR CONTROLLING PUMPER BOOM VIBRATION

(54) 发明名称: 泵车及其臂架的振动抑制方法、控制器和装置

(57) Abstract:

(57) 摘要:



WO 2013/056446 A2

泵车及其臂架的振动抑制方法、控制器和装置

技术领域

本发明涉及一种泵车臂架的振动抑制方法、控制器、装置以及泵车，
5 具体地，涉及一种抑制泵车臂架在回转方向上振动的方法、控制器、装置以及一种泵车。

背景技术

目前，对于具有上装结构的特种车辆来说，臂架是较为常见的一种上
10 装结构。在工作过程中，臂架通常需要进行伸缩、旋转或平移等运动，在此过程中如果臂架发生回转方向上的振动不但有可能会影响上装结构的工作，还可能影响臂架或者上装结构的使用寿命，甚至引起事故。

以混凝土泵车为例，臂架为多关节铰接的细长柔性悬臂梁结构，在臂架进行回转操作时或泵送混凝土施工过程中，如果在回转方向上的振动严重，
15 不仅影响泵车结构件的使用寿命，而且容易引起重大的人身伤亡事故。因此，如何有效地抑制臂架的振动，尤其是臂架在回转方向上的振动，对于提高臂架操纵安全性有着重大意义。

以混凝土泵车为例，在现有技术中，通常利用调低泵送档位以降低泵送排量和泵送效率的手段，或者是改变臂架姿态，从而调整臂架固有频率，
20 但是上述方法耗时耗力，影响施工工期。

发明内容

本发明的目的是提供一种泵车臂架的振动抑制方法，该振动抑制方法能够抑制泵车臂架在回转方向上的振动。

25 为了实现上述目的，本发明提供一种泵车臂架的回转振动抑制方法，所述臂架安装在所述泵车的回转平台上，所述回转平台由液压马达驱动从而带动所述臂架进行回转，其中，所述抑制方法包括：

检测所述臂架的振动烈度和所述臂架的姿态；

通过所述振动烈度和姿态从预先设置的动态特性参数数据库中提取对应的动态特性参数；
30

根据所述振动烈度和姿态，以及所述动态特性参数计算对所述液压马

达进行控制的控制量;

根据该控制量驱动所述液压马达往复运动以抑制所述臂架的回转振动。

5 优选地,所述臂架包括 N 个臂节,所检测的振动烈度为所述臂架的末臂节在回转方向上的振动烈度。

优选地,所检测的臂架的姿态为 N 个所述臂节相对于水平面的倾角。

优选地,对所述液压马达进行控制的控制量通过以下方式计算:

$$i(t) = f(S(t), Z_1(t), \dots, Z_N(t), C(t));$$

10 其中, $i(t)$ 为对所述控制量, $S(t)$ 为所述末臂节振动烈度, $Z_1(t), \dots, Z_N(t)$ 分别为 N 个所述臂节的姿态, $C(t)$ 为所述动态特性参数, t 为时间。

优选地,所述泵车还包括控制泵启动的泵送电磁阀,所述抑制方法还包括检测该泵送电磁阀的换向频率,该换向频率也用于所述控制量的计算。

优选地,对所述液压马达进行控制的控制量通过以下方式计算:

$$i(t) = f(S(t), Z_1(t), \dots, Z_N(t), C(t), F_1(t));$$

15 其中, $i(t)$ 为对所述控制量, $S(t)$ 为所述末臂节振动烈度, $Z_1(t), \dots, Z_N(t)$ 为 N 个所述臂节的姿态, $C(t)$ 为所述动态特性参数, $F_1(t)$ 为所述换向频率, t 为时间。

优选地,所述泵车还包括提供泵送动力的泵送油缸,所述抑制方法还包括检测所述泵送油缸的工作频率,该工作频率也用于所述控制量的计算。

20 优选地,对所述液压马达进行控制的控制量通过以下方式计算:

$$i(t) = f(S(t), Z_1(t), \dots, Z_N(t), C(t), F_2(t));$$

其中, $i(t)$ 为对所述控制量, $S(t)$ 为所述末臂节振动烈度, $Z_1(t), \dots, Z_N(t)$ 为 N 个所述臂节的姿态, $C(t)$ 为所述动态特性参数, $F_2(t)$ 为所述工作频率, t 为时间。

25 本发明的另一个目的是提供一种泵车臂架的振动抑制控制器,该振动抑制控制器能够实现本发明上述所提供的振动抑制方法,抑制臂架在回转方向上的振动。

30 为了实现上述目的,本发明提供一种泵车臂架的回转振动抑制控制器,所述臂架安装在回转平台上,所述回转平台由液压马达驱动从而带动所述臂架进行回转,所述控制器包括依次连接的输入模块、处理模块和控制模块,其中,

所述输入模块用于采集所述臂架的振动烈度信号和所述臂架的姿态信号；

所述处理模块用于通过采集到的所述振动烈度信号和姿态信号从预先设置的动态特性参数数据库中提取对应的动态特性参数、根据所述振动烈度信号和姿态信号以及所述动态特性参数计算产生控制信号，并将该控制信号传送给所述控制模块；

所述控制模块用于根据所述控制信号控制所述液压马达往复运动。

优选地，所述臂架包括 N 个臂节，所述振动烈度信号为所述臂架的末臂节在回转方向上的振动烈度信号。

10 优选地，所检测的臂架的姿态为 N 个所述臂节相对于水平面的倾角。

优选地，对所述液压马达进行控制的控制量通过以下方式计算：

$$i(t) = f(S(t), Z_1(t), \dots, Z_N(t), C(t));$$

其中， $i(t)$ 为对所述控制量， $S(t)$ 为所述末臂节振动烈度， $Z_1(t), \dots, Z_N(t)$ 为 N 个所述臂节的姿态， $C(t)$ 为所述动态特性参数， t 为时间。

15 优选地，所述泵车还包括控制泵启动的泵送电磁阀，所述输入模块还用于采集所述泵送电磁阀的换向频率信号并传送到所述处理模块，所述处理模块还利用该换向频率信号计算所述控制信号。

优选地，对所述液压马达进行控制的控制量通过以下方式计算：

$$i(t) = f(S(t), Z_1(t), \dots, Z_N(t), C(t), F_1(t));$$

20 其中， $i(t)$ 为对所述控制量， $S(t)$ 为所述末臂节振动烈度， $Z_1(t), \dots, Z_N(t)$ 为 N 个所述臂节的姿态， $C(t)$ 为所述动态特性参数， $F_1(t)$ 为所述换向频率， t 为时间。

优选地，所述泵车还包括提供泵送动力的泵送油缸，所述输入模块还用于采集所述泵送油缸的工作频率信号并传送到所述处理模块，所述处理模块还利用该工作频率信号计算所述控制信号。

25 优选地，对所述液压马达进行控制的控制量通过以下方式计算：

$$i(t) = f(S(t), Z_1(t), \dots, Z_N(t), C(t), F_2(t));$$

30 其中， $i(t)$ 为对所述控制量， $S(t)$ 为所述末臂节振动烈度， $Z_1(t), \dots, Z_N(t)$ 为 N 个所述臂节的姿态， $C(t)$ 为所述动态特性参数， $F_2(t)$ 为所述工作频率， t 为时间。

本发明的另一个目的是提供一种泵车的振动抑制装置，该振动抑制装

置包括本发明上述所提供的振动抑制控制器，从而抑制臂架在回转方向上的振动。

为了实现上述目的，本发明提供一种泵车臂架的回转振动抑制装置，所述臂架安装在所述泵车的回转平台上，所述回转平台由液压马达驱动从而带动所述臂架进行回转，其中，所述抑制装置包括用于检测所述臂架的振动烈度的第一传感器、用于检测所述臂架的姿态的第二传感器和控制器，该控制器包括依次连接的输入模块、处理模块和控制模块，其中，

所述第一传感器和第二传感器与所述控制器的输入模块连接，所述输入模块用于将来自于所述臂架的振动烈度信号和所述臂架的姿态信号传送到处理模块；

所述处理模块用于通过采集到的所述振动烈度信号和姿态信号从预先设置的动态特性参数数据库中提取对应的动态特性参数、根据所述振动烈度信号和姿态信号以及所述动态特性参数计算产生控制信号，并将该控制信号传送给所述控制模块；

所述控制模块用于根据所述控制信号控制所述液压马达往复运动。

优选地，所述臂架包括依次连接的 N 个臂节，末臂节连接软管，所述第一传感器用于检测所述臂架的末臂节在回转方向上的振动烈度。

优选地，所述第一传感器安装在所述末臂节的靠近所述软管的一端的侧面，并与所述末臂节的侧面垂直。

优选地，所述第一传感器为位移传感器、速度传感器或者加速度传感器。

优选地，所述第二传感器为多个，多个所述第二传感器用于检测 N 个所述臂节相对于水平面的倾角。

优选地，所述第二传感器为姿态传感器。

优选地，对所述液压马达进行控制的控制量通过以下方式计算：

$$i(t) = f(S(t), Z_1(t), \dots, Z_N(t), C(t));$$

其中， $i(t)$ 为对所述控制量， $S(t)$ 为所述末臂节振动烈度， $Z_1(t), \dots, Z_N(t)$ 为 N 个所述臂节姿态， $C(t)$ 为所述动态特性参数， t 为时间。

优选地，所述泵车还包括控制泵启动的泵送电磁阀，所述振动抑制装置还包括用于检测所述泵送电磁阀的换向频率的第三传感器，该第三传感器与所述输入模块连接，所述输入模块还用于将所述换向频率信号传送到

所述处理模块，所述处理模块还利用所述换向频率信号计算产生所述控制信号。

优选地，对所述液压马达进行控制的控制量通过以下方式计算：

$$i(t) = f(S(t), Z_1(t), \dots, Z_N(t), C(t), F_1(t));$$

5 其中， $i(t)$ 为对所述控制量， $S(t)$ 为所述末臂节振动烈度， $Z_1(t), \dots, Z_N(t)$ 为 N 个所述臂节的姿态， $C(t)$ 为所述动态特性参数， $F_1(t)$ 为所述换向频率， t 为时间。

10 优选地，所述泵车还包括提供泵送动力的泵送油缸，所述振动抑制装置还包括用于检测所述泵送油缸的工作频率的第四传感器，该第四传感器与所述输入模块连接，所述输入模块还用于将所述工作频率信号传送到所述处理模块，所述处理模块还利用所述工作频率信号计算产生所述控制信号。

优选地，对所述液压马达进行控制的控制量通过以下方式计算：

$$i(t) = f(S(t), Z_1(t), \dots, Z_N(t), C(t), F_2(t));$$

15 其中， $i(t)$ 为对所述控制量， $S(t)$ 为所述末臂节振动烈度， $Z_1(t), \dots, Z_N(t)$ 为 N 个所述臂节的姿态， $C(t)$ 为所述动态特性参数， $F_2(t)$ 为所述工作频率， t 为时间。

20 优选地，所述抑制装置还包括连接在所述控制模块和所述液压马达之间的抑振电磁阀，该抑振电磁阀根据所述控制信号控制所述液压马达往复运动。

另外，本发明的另一个目的是提供一种泵车，该泵车包括本发明上述所提供的振动抑制装置。

25 通过上述技术方案，检测臂架的姿态和振动烈度，根据姿态和振动烈度的数据即可在预先建立的数据库中得出所需的控制量，并根据该控制量对泵车的液压马达进行相应的控制，从而抑制泵车臂架在回转方向上的振动，不仅降低了臂架发生故障的危险，还能提高相关工程操作的安全性。

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。

30 附图说明

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：

图 1 是泵车的示意图；

图 2 是本发明优选实施方式的液压马达和回转平台的连接示意图；

5 图 3 是图 2 所示的圈出部分的局部放大示意图；

图 4 是应用本发明技术方案的泵车臂架的末臂节的减振效果图。

附图标记说明

	1 臂架	2 回转平台
10	21 第二齿轮	3 液压马达
	31 第一齿轮	
	11 末臂节	

具体实施方式

15 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。

本发明提供一种泵车臂架的回转振动抑制方法，所述臂架 1 安装在所
述泵车的回转平台 2 上，所述回转平台由液压马达 3 驱动从而带动所述臂
20 架 1 进行回转，其中，所述抑制方法包括：

检测所述臂架 1 的振动烈度和所述臂架 1 的姿态；

通过所述振动烈度和姿态从预先设置的动态特性参数数据库中提取对
应的动态特性参数；

25 根据所述振动烈度和姿态，以及所述动态特性参数计算对所述液压马
达 3 进行控制的控制量；

根据该控制量驱动所述液压马达 3 往复运动以抑制所述臂架 1 的回转
振动。

由于泵车泵送时产生的冲击作用或臂架回转操作时产生的惯性作用会
导致臂架在回转方向上发生振动，该回转方向上的振动会带来很大的危害，
30 因此本发明提供了一种抑制振动的方法。该方法通过臂架 1 的振动烈度和
姿态来从预先设置的动态特性参数数据库中提取对应的动态特性参数，再

根据振动烈度和姿态以及所提取的动态特性参数计算对液压马达的控制信号，并通过液压马达的往复运动来抑制臂架 1 振动。其中，振动烈度是指臂架振动的最大振幅值，臂架姿态指臂架 1 相对于水平或竖直方向的夹角，也就是臂架 1 的各个臂节相对于水平或竖直方向的夹角。

5 需要说明的是，本发明所述的动态特性参数数据库是指预先根据臂节的动态特性建立起来的，该数据库的建立可以基于实验数据及经验值的训练，或者是根据实际使用工况设定的参数值。因此，上述动态特性参数的选取能够与实际情况更加接近。并且，在臂节的振动烈度和姿态的基础上结合臂架自身的动态特性，从而计算对液压马达 3 的控制量，使得到的控制量更加准确，从而使臂架的回转方向的振动迅速地衰减。

10 其中，如图 3 所示，液压马达 3 的输出轴带动套在该输出轴外的第一齿轮 31 转动，该第一齿轮 31 与设置在回转平台 2 上的第二齿轮 21 啮合，该第二齿轮 21 通过自身的转动而带动回转平台 2 转动，通过这样的传动结构，液压马达 3 的往复运动就传递给回转平台 2，回转平台 2 带动与之相连的臂架 1 的臂节运动，也就是带动第一臂节运动，第一臂节的运动会以一定比例传递到末臂节 11，该传递的比例也与臂架 1 的姿态有关，也就是每个臂节与水平或竖直方向的夹角。该往复运动的频率和幅度使得末臂节 11 原有的回转方向的振动减弱。

20 优选地，所述臂架 1 包括 N 个臂节，所检测的振动烈度为所述臂架 1 的末臂节 11 在回转方向上的振动烈度。

由于本发明的回转振动抑制方法主要用来减弱末臂节 11 的回转方向的振动，因此优选地只需要测量末臂节 11 的振动烈度。

优选地，所检测的臂架的姿态为为 N 个所述臂节相对于水平面的倾角。

25 一个物体在空间中的姿态可以有多种衡量方法，但是对于泵车的臂架 1 来说，各臂节都处于同一个竖直面上，因此对于本发明的方法来说，只需要测量 N 个臂节与水平或竖直方向的夹角即可，优选地测量各臂节相对于水平面的夹角。

优选地，对所述液压马达（3）进行控制的控制量通过以下方式计算：

$$i(t) = f(S(t), Z_1(t), \dots, Z_N(t), C(t));$$

30 其中， $i(t)$ 为对所述控制量， $S(t)$ 为所述末臂节振动烈度， $Z_1(t), \dots, Z_N(t)$ 分别为 N 个所述臂节的姿态， $C(t)$ 为所述动态特性参数， t 为时间。

根据上文描述的控制量的计算方法，所述控制量可以表示为臂节振动烈度和姿态，以及对应的动态特性参数的映射，其中臂节振动烈度为末臂节 11 的振动烈度 $S(t)$ ，臂节姿态为 N 个臂节的姿态 $Z_1(t), \dots, Z_N(t)$ ，动态特性参数为根据臂节的振动烈度和姿态对应从所述动态特性参数数据库中提取的。

优选地，所述泵车还包括控制泵启动的泵送电磁阀，所述抑制方法还包括检测该泵送电磁阀的换向频率，该换向频率也用于所述控制量的计算。

由于泵车臂架的回转振动主要由泵车进行泵送时的冲击作用或臂架回转操作时产生的惯性作用而产生，所以该泵送的机械振动的频率对臂架的回转振动有着重要的影响。因此，在本发明的回转振动抑制方法中，还需要检测控制泵车的泵启动的泵送电磁阀的换向频率，也就是检测泵车的泵送频率，因此在计算对液压马达的控制量的时候也要将该泵送电磁阀的换向频率作为一个因素考虑进来，也就是说该控制量的计算是根据臂架 1 的振动烈度和姿态，以及泵送电磁阀的换向频率。

优选地，对所述液压马达 (3) 进行控制的控制量通过以下方式计算：

$$i(t) = f(S(t), Z_1(t), \dots, Z_N(t), C(t), F_1(t));$$

其中， $i(t)$ 为对所述控制量， $S(t)$ 为所述末臂节振动烈度， $Z_1(t), \dots, Z_N(t)$ 为 N 个所述臂节的姿态， $C(t)$ 为所述动态特性参数， $F_1(t)$ 为所述换向频率， t 为时间。

由于控制量还与泵车的泵送频率有关，在上述的优选实施方式中通过检测泵送电磁阀的换向频率来反映泵车的泵送频率。因此，控制量可以表示为末臂节振动烈度、 N 个臂节的姿态、对应的动态特性参数以及泵送电磁阀的换向频率的映射。

优选地，所述泵车还包括提供泵送动力的泵送油缸，所述抑制方法还包括检测所述泵送油缸的工作频率，该工作频率也用于所述控制量的计算。

与上述优选实施方式相类似地，本实施方式利用泵送油缸的工作频率来反映泵车的泵送频率，泵送油缸的一次工作就带动泵车进行一次泵送，利用泵车泵送频率来计算控制量的原理相同此处不再赘述。因此，这里提供了一种替代的实施方式，可以利用检测泵送油缸的工作频率代替检测上述的泵送电磁阀的换向频率，也就是说该控制量的计算是根据臂架 1 的振动烈度和姿态，以及泵送油缸的工作频率。

优选地，对所述液压马达（3）进行控制的控制量通过以下方式计算：

$$i(t) = f(S(t), Z_1(t), \cdots, Z_N(t), C(t), F_2(t));$$

其中， $i(t)$ 为对所述控制量， $S(t)$ 为所述末臂节振动烈度， $Z_1(t), \cdots, Z_N(t)$ 为 N 个所述臂节的姿态， $C(t)$ 为所述动态特性参数， $F_2(t)$ 为所述工作频率，
5 t 为时间。

在上述的本发明的另一个优选实施方式中，通过检测泵送油缸的工作频率来反映泵车的泵送频率。因此，控制量可以表示为末臂节振动烈度、 N 个臂节的姿态、对应的动态特性参数以及泵送油缸的工作频率的映射。

另外，本发明还提供一种泵车臂架的回转振动抑制控制器，所述臂架 1
10 安装在回转平台 2 上，所述回转平台由液压马达 3 驱动从而带动所述臂架 1 进行回转，所述控制器包括依次连接的输入模块、处理模块和控制模块，其中，

所述输入模块用于采集所述臂架 1 的振动烈度信号和所述臂架 1 的姿态信号；

15 所述处理模块用于通过采集到的所述振动烈度信号和姿态信号从预先设置的动态特性参数数据库中提取对应的动态特性参数、根据所述振动烈度信号和姿态信号以及所述动态特性参数计算产生控制信号，并将该控制信号传送给所述控制模块；

所述控制模块用于根据所述控制信号控制所述液压马达 3 往复运动。

20 由于泵车泵送时产生的冲击作用或臂架回转操作时产生的惯性作用会导致臂架在回转方向上发生振动，该回转方向上的振动会带来很大的危害，因此本发明提供了一种抑制振动的控制器。该控制器包括输入模块、处理模块和控制模块，该输入模块用于检测臂架 1 的振动烈度和姿态并传送到处理模块，该处理模块用来通过上述振动烈度和姿态值从预先设置的动态
25 特性参数数据库中提取对应的动态特性参数，在结合臂架的振动烈度和姿态以及该动态特性参数来计算对液压马达的控制信号，该控制模块通过该控制信号控制液压马达的往复运动从而抑制臂架 1 振动。其中，振动烈度是指臂架振动的最大振幅值，臂架姿态指臂架 1 相对于水平或竖直方向的夹角，也就是臂架 1 的各个臂节相对于水平或竖直方向的夹角。

30 有关于动态特性参数数据库的建立及作用已经在上文进行了详细的介绍，此处不再赘述。

其中，如图 2 所示，液压马达 3 的输出轴带动套在该输出轴外的第一齿轮 31 转动，该第一齿轮 31 与设置在回转平台 2 上的第二齿轮 21 啮合，该第二齿轮 21 通过自身的转动而带动回转平台 2 转动，通过这样的传动结构，液压马达 3 的往复运动就传递给回转平台 2，回转平台 2 带动与之相连的臂架 1 的臂节运动，也就是带动第一臂节运动，第一臂节的运动会以一定比例传递到末臂节 11，该传递的比例也与臂架 1 的姿态有关，也就是每个臂节于水平或竖直方向的夹角。该往复运动的频率和幅度使得末臂节 11 原有的回转方向的振动减弱。

优选地，所述臂架 1 包括 N 个臂节，所述振动烈度信号为所述臂架 1 的末臂节 11 在回转方向上的振动烈度信号。

由于本发明的回转振动抑制控制器主要用来控制减弱末臂节 11 的回转方向的振动，因此优选地，输入模块只需要采集末臂节 11 的振动烈度信号即可。

优选地，所检测的臂架的姿态为 N 个所述臂节相对于水平面的倾角。

一个物体在空间中的姿态可以有多种衡量方法，但是对于泵车的臂架 1 来说，各臂节都处于同一个竖直面，因此对于本发明的控制器来说，输入模块只需要采集各臂节与水平或竖直方向的夹角信号即可，优选地采集各臂节相对于水平面的夹角。

优选地，对所述液压马达 3 进行控制的控制量通过以下方式计算：

$$i(t) = f(S(t), Z_1(t), \dots, Z_N(t), C(t));$$

其中， $i(t)$ 为对所述控制量， $S(t)$ 为所述末臂节振动烈度， $Z_1(t), \dots, Z_N(t)$ 为 N 个所述臂节的姿态， $C(t)$ 为所述动态特性参数， t 为时间。

根据上文描述的控制量的计算方法，所述控制量可以表示为臂节振动烈度和姿态，以及对应的动态特性参数的映射，其中臂节振动烈度为末臂节 11 的振动烈度 $S(t)$ ，臂节姿态为 N 个臂节的姿态 $Z_1(t), \dots, Z_N(t)$ ，动态特性参数为根据臂节的振动烈度和姿态对应从所述动态特性参数数据库中提取的。

优选地，所述泵车还包括控制泵启动的泵送电磁阀，所述输入模块还用于采集所述泵送电磁阀的换向频率信号并传送到所述处理模块，所述处理模块还利用该换向频率信号计算所述控制信号。

由于泵车臂架的回转振动主要由泵车进行泵送时的冲击作用或臂架回

转操作时产生的惯性作用而产生，所以该泵送的机械振动的频率对臂架的回转振动有着重要的影响。因此，在本发明的回转振动抑制控制器中，输入模块还需要采集控制泵车的泵启动的泵送电磁阀的换向频率信号，也就是采集泵车的泵送频率信号，因此在处理模块计算对液压马达的控制量的时候也要将该泵送电磁阀的换向频率作为一个因素考虑进来，也就是说该控制量的计算是根据臂架 1 的振动烈度和姿态，以及泵送电磁阀的换向频率。

优选地，对所述液压马达（3）进行控制的控制量通过以下方式计算：

$$i(t) = f(S(t), Z_1(t), \cdots, Z_N(t), C(t), F_1(t));$$

其中， $i(t)$ 为对所述控制量， $S(t)$ 为所述末臂节振动烈度， $Z_1(t), \cdots, Z_N(t)$ 为 N 个所述臂节的姿态， $C(t)$ 为所述动态特性参数， $F_1(t)$ 为所述换向频率， t 为时间。

由于控制量还与泵车的泵送频率有关，在上述的优选实施方式中通过检测泵送电磁阀的换向频率来反映泵车的泵送频率。因此，控制量可以表示为末臂节振动烈度、 N 个臂节的姿态、对应的动态特性参数以及泵送电磁阀的换向频率的映射。

优选地，所述泵车还包括提供泵送动力的泵送油缸，所述输入模块还用于采集所述泵送油缸的工作频率信号并传送到所述处理模块，所述处理模块还利用该工作频率信号计算所述控制信号。

与上述优选实施方式相类似地，本实施方式利用泵送油缸的工作频率来反映泵车的泵送频率，泵送油缸的一次工作就带动泵车进行一次泵送，利用泵车泵送频率来计算控制量的原理相同此处不再赘述。因此，这里提供了一种替代的实施方式，可以利用输入模块采集泵送油缸的工作频率信号代替采集上述的泵送电磁阀的换向频率信号，也就是说该控制量的计算是根据臂架 1 的振动烈度和姿态，以及泵送油缸的工作频率。

优选地，对所述液压马达 3 进行控制的控制量通过以下方式计算：

$$i(t) = f(S(t), Z_1(t), \cdots, Z_N(t), C(t), F_2(t));$$

其中， $i(t)$ 为对所述控制量， $S(t)$ 为所述末臂节振动烈度， $Z_1(t), \cdots, Z_N(t)$ 为 N 个所述臂节的姿态， $C(t)$ 为所述动态特性参数， $F_2(t)$ 为所述工作频率， t 为时间。

在上述的本发明的另一个优选实施方式中，通过检测泵送油缸的工作

频率来反映泵车的泵送频率。因此，控制量可以表示为末臂节振动烈度、N个臂节的姿态、对应的动态特性参数以及泵送油缸的工作频率的映射。

本发明还提供一种泵车臂架的回转振动抑制装置，所述臂架 1 安装在所述泵车的回转平台 2 上，所述回转平台由液压马达 3 驱动从而带动所述臂架 1 进行回转，其中，所述抑制装置包括用于检测所述臂架 1 的振动烈度的第一传感器、用于检测所述臂架 1 的姿态的第二传感器和控制器，该控制器包括依次连接的输入模块、处理模块和控制模块，其中，

所述第一传感器和第二传感器与所述控制器的输入模块连接，所述输入模块用于将来自于所述臂架 1 的振动烈度信号和所述臂架 1 的姿态信号传送到处理模块；

所述处理模块用于通过采集到的所述振动烈度信号和姿态信号从预先设置的动态特性参数数据库中提取对应的动态特性参数、根据所述振动烈度信号和姿态信号以及所述动态特性参数计算产生控制信号，并将该控制信号传送给所述控制模块；

所述控制模块用于根据所述控制信号对所述液压马达进行控制。

由于泵车泵送时产生的冲击作用或臂架回转操作时产生的惯性作用会导致臂架在回转方向上发生振动，该回转方向上的振动会带来很大的危害，因此本发明提供了一种振动抑制装置。该振动抑制装置包括用于检测所述臂架 1 的振动烈度的第一传感器、用于检测所述臂架 1 的姿态的第二传感器和控制器，该控制器包括输入模块、处理模块和控制模块，该输入模块用于检测臂架 1 的振动烈度和姿态信号并传送到处理模块，该处理模块用来通过上述振动烈度和姿态信号从预先设置的动态特性参数数据库中提取对应的动态特性参数，再结合振动烈度和姿态信号以及该动态特性参数来计算对液压马达的控制信号，该控制模块通过该控制信号控制液压马达的往复运动从而抑制臂架 1 振动。其中，振动烈度是指臂架振动的最大振幅值，臂架姿态指臂架 1 相对于水平或竖直方向的夹角，也就是臂架 1 的各个臂节相对于水平或竖直方向的夹角。

有关于动态特性参数数据库的建立及作用已经在上文进行了详细的介绍，此处不再赘述。

其中，如图 2 所示，液压马达 3 的输出轴带动套在该输出轴外的第一齿轮 31 转动，该第一齿轮 31 与设置在回转平台 2 上的第二齿轮 21 啮合，

该第二齿轮 21 通过自身的转动而带动回转平台 2 转动，通过这样的传动结构，液压马达 3 的往复运动就传递给回转平台 2，回转平台 2 带动与之相连的臂架 1 的臂节运动，也就是带动第一臂节运动，第一臂节的运动会以一定比例传递到末臂节 11，该传递的比例也与臂架 1 的姿态有关，也就是每个臂节于水平或竖直方向的夹角。该往复运动的频率和幅度使得末臂节 11 原有的回转方向的振动减弱。

优选地，所述臂架 1 包括依次连接的 N 个臂节，末臂节 11 连接软管，所述第一传感器用于检测所述臂架 1 的末臂节 11 在回转方向上的振动烈度。

由于本发明的回转振动抑制装置主要用来控制减弱末臂节 11 的回转方向的振动，因此优选地，第一传感器只需要测量末臂节 11 的振动烈度信号即可。

优选地，所述第一传感器安装在所述末臂节 11 的靠近所述软管的一端的侧面，并与所述末臂节 11 的侧面垂直。

由于本发明的回转振动抑制装置主要抑制回转方向上的振动，因此用于测量末臂节 11 在回转方向上的振动烈度的第一传感器也应当沿着臂架的回转方向设置，即沿着垂直于末臂节 11 的方向设置。

优选地，所述第一传感器为位移传感器、速度传感器或者加速度传感器。对于回转方向的振动的测量来说，可以通过末臂节 11 的回转速度、加速度以及位移等参数获得，因此该第一传感器可以任意选择为位移传感器、速度传感器或者加速度传感器。

优选地，所述第二传感器为多个，多个所述第二传感器用于检测 N 个所述臂相对于水平面的倾角。

一个物体在空间中的姿态可以有多种衡量方法，但是对于泵车的臂架 1 来说，各臂节都处于同一个竖直面上，因此对于本发明的方法来说，只需要测量各臂节与水平或竖直方向的夹角即可，优选地，该回转振动抑制装置包括多个第二传感器，各个第二传感器分别测量各臂节相对于水平面的夹角。

优选地，所述第二传感器为姿态传感器。在现有的传感器中，已经有很多用来检测物体姿态的姿态传感器，该姿态传感器测量将物体相对于水平或竖直方向的多种参数，从而判断该物体的姿态。在本发明的装置中，

第二传感器优选为使用这种姿态传感器来更加精确可靠地测量。

优选地，对所述液压马达 3 进行控制的控制量通过以下方式计算：

$$i(t) = f(S(t), Z_1(t), \dots, Z_N(t), C(t));$$

其中， $i(t)$ 为对所述控制量， $S(t)$ 为所述末臂节振动烈度， $Z_1(t), \dots, Z_N(t)$ 为 N 个所述臂节的姿态， $C(t)$ 为所述动态特性参数， t 为时间。

根据上文描述的控制量的计算方法，所述控制量可以表示为臂节振动烈度和姿态，以及对应的动态特性参数的映射，其中臂节振动烈度为末臂节 11 的振动烈度 $S(t)$ ，臂节姿态为 N 个臂节的姿态 $Z_1(t), \dots, Z_N(t)$ ，动态特性参数为根据臂节的振动烈度和姿态对应从所述动态特性参数数据库中提取的。

优选地，所述泵车还包括控制泵启动的泵送电磁阀，所述振动抑制装置还包括用于检测所述泵送电磁阀的换向频率的第三传感器，该第三传感器与所述输入模块连接，所述输入模块还用于将所述换向频率信号传送到所述处理模块，所述处理模块还利用所述换向频率信号计算产生所述控制信号。

由于泵车臂架的回转振动主要由泵车进行泵送时的冲击作用或臂架回转操作时产生的惯性作用而产生，所以该泵送的机械振动的频率对臂架的回转振动有着重要的影响。因此，在本发明的回转振动抑制装置中，还需要第三传感器来检测控制泵车的泵启动的泵送电磁阀的换向频率，也就是检测泵车的泵送频率，并传送到输入模块，因此在处理模块计算对液压马达的控制量的时候也要将该泵送电磁阀的换向频率作为一个因素考虑进来，也就是说该控制量的计算是根据臂架 1 的振动烈度和姿态，以及泵送电磁阀的换向频率。

优选地，对所述液压马达 3 进行控制的控制量通过以下方式计算：

$$i(t) = f(S(t), Z_1(t), \dots, Z_N(t), C(t), F_1(t));$$

其中， $i(t)$ 为对所述控制量， $S(t)$ 为所述末臂节振动烈度， $Z_1(t), \dots, Z_N(t)$ 为 N 个所述臂节的姿态， $C(t)$ 为所述动态特性参数， $F_1(t)$ 为所述换向频率， t 为时间。

由于控制量还与泵车的泵送频率有关，在上述的优选实施方式中通过检测泵送电磁阀的换向频率来反映泵车的泵送频率。因此，控制量可以表示为末臂节振动烈度、 N 个臂节的姿态、对应的动态特性参数以及泵送电

电磁阀的换向频率的映射。

优选地，所述泵车还包括提供泵送动力的泵送油缸，所述振动抑制装置还包括用于检测所述泵送油缸的工作频率的第四传感器，该第四传感器与所述输入模块连接，所述输入模块还用于将所述工作频率信号传送到所述处理模块，所述处理模块还利用所述工作频率信号计算产生所述控制信号。

与上述优选实施方式相类似地，本实施方式利用泵送油缸的工作频率来反映泵车的泵送频率，泵送油缸的一次工作就带动泵车进行一次泵送，利用泵车泵送频率来计算控制量的原理相同此处不再赘述。因此，这里提供了一种替代的实施方式，可以利用第四传感器来检测泵送油缸的工作频率代替检测上述的泵送电磁阀的换向频率，并将该工作频率信号传送到输入模块，也就是说处理模块对该控制量的计算是根据臂架 1 的振动烈度和姿态，以及泵送油缸的工作频率。

优选地，对所述液压马达 3 进行控制的控制量通过以下方式计算：

$$i(t) = f(S(t), Z_1(t), \dots, Z_N(t), C(t), F_2(t));$$

其中， $i(t)$ 为对所述控制量， $S(t)$ 为所述末臂节振动烈度， $Z_1(t), \dots, Z_N(t)$ 为 N 个所述臂节的姿态， $C(t)$ 为所述动态特性参数， $F_2(t)$ 为所述工作频率， t 为时间。

在上述的本发明的另一个优选实施方式中，通过检测泵送油缸的工作频率来反映泵车的泵送频率。因此，控制量可以表示为末臂节振动烈度、 N 个臂节的姿态、对应的动态特性参数以及泵送油缸的工作频率的映射。

优选地，所述抑制装置还包括连接在所述控制模块和所述液压马达 3 之间的抑振电磁阀，该抑振电磁阀根据所述控制信号控制所述液压马达 3 往复运动。

本发明的回转振动抑制装置的控制器优选地利用抑振电磁阀对所述液压马达 3 进行控制，该抑振电磁阀设置在控制模块和液压马达 3 之间，该抑振电磁阀根据所述控制模块的控制信号导通或截止，并且该抑振电磁阀根据其自身的导通或截止来控制液压马达 3 正转或反转，即控制液压马达 3 的往复运动。

本发明还提供一种泵车，其中，该泵车包括本发明所提供的回转振动抑制装置。通过上述技术方案的回转振动抑制装置可以有效地减小泵车臂

架 1 的回转方向的振动，从而提高泵车自身的安全性和操作的安全性。

此外，在利用本发明的技术方案对实际工况下的混凝土泵车臂架进行实验测量，从实验结果可见，在理想工况下本发明的技术方案可以使得混凝土泵车臂架回转方向振动消减 80%。本实验使用 5 臂节的混凝土泵车，该泵车在水平姿态下一阶谐振频率为 0.28Hz。由振动理论可知，该谐振频率下振动控制最能够说明该主动减震系统的性能。图 4 为该泵车臂架末臂节回转方向上的位移时间历程图，其中，0-25s 和 100s-125s 两个时间段未进行减振控制，而 25s-100s 之间的时间段则开启了减振控制。由此可见，未进行减振控制的末臂节 11 的回转方向上的振动位移幅度达到 350mm 左右，而在进行减振控制的阶段，末臂节 11 的振动位移幅度可在 2s 内迅速稳定在 80mm 左右，进行本发明的技术方案所述的减振控制后，泵车臂架的回转方向上的振动收敛在 80%左右。

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。

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。

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。

权利要求

1、一种泵车臂架的回转振动抑制方法，所述臂架（1）安装在所述泵车的回转平台（2）上，所述回转平台由液压马达（3）驱动从而带动所述臂架（1）进行回转，其特征在于，所述抑制方法包括：

5 检测所述臂架（1）的振动烈度和所述臂架（1）的姿态；

通过所述振动烈度和姿态从预先设置的动态特性参数数据库中提取对应的动态特性参数；

根据所述振动烈度和姿态，以及所述动态特性参数计算对所述液压马达（3）进行控制的控制量；

10 根据该控制量驱动所述液压马达（3）往复运动以抑制所述臂架（1）的回转振动。

2、根据权利要求1所述的回转振动抑制方法，其特征在于，所述臂架（1）包括N个臂节，所检测的振动烈度为所述臂架（1）的末臂节（11）在回转方向上的振动烈度。

3、根据权利要求2所述的回转振动抑制方法，其特征在于，所检测的臂架的姿态为N个所述臂节相对于水平面的倾角。

20 4、根据权利要求3所述的回转振动抑制方法，其特征在于，对所述液压马达（3）进行控制的控制量通过以下方式计算：

$$i(t) = f(S(t), Z_1(t), \dots, Z_N(t), C(t));$$

其中， $i(t)$ 为对所述控制量， $S(t)$ 为所述末臂节（11）振动烈度， $Z_1(t), \dots, Z_N(t)$ 分别为N个所述臂节的姿态， $C(t)$ 为所述动态特性参数， t 为时间。

25

5、根据权利要求3所述的回转振动抑制方法，其特征在于，所述泵车还包括控制泵启动的泵送电磁阀，所述抑制方法还包括检测该泵送电磁阀的换向频率，该换向频率也用于所述控制量的计算。

30 6、根据权利要求5所述的回转振动抑制方法，其特征在于，对所述液压马达（3）进行控制的控制量通过以下方式计算：

$$i(t) = f(S(t), Z_1(t), \dots, Z_N(t), C(t), F_1(t));$$

其中, $i(t)$ 为对所述控制量, $S(t)$ 为所述末臂节振动烈度, $Z_1(t), \dots, Z_N(t)$ 为 N 个所述臂节的姿态, $C(t)$ 为所述动态特性参数, $F_1(t)$ 为所述换向频率, t 为时间。

5

7、根据权利要求 3 所述的回转振动抑制方法, 其特征在于, 所述泵车还包括提供泵送动力的泵送油缸, 所述抑制方法还包括检测所述泵送油缸的工作频率, 该工作频率也用于所述控制量的计算。

10

8、根据权利要求 7 所述的回转振动抑制方法, 其特征在于, 对所述液压马达 (3) 进行控制的控制量通过以下方式计算:

$$i(t) = f(S(t), Z_1(t), \dots, Z_N(t), C(t), F_2(t));$$

其中, $i(t)$ 为对所述控制量, $S(t)$ 为所述末臂节振动烈度, $Z_1(t), \dots, Z_N(t)$ 为 N 个所述臂节的姿态, $C(t)$ 为所述动态特性参数, $F_2(t)$ 为所述工作频率, t 为时间。

15

9、一种泵车臂架的回转振动抑制控制器, 所述臂架 (1) 安装在回转平台 (2) 上, 所述回转平台由液压马达 (3) 驱动从而带动所述臂架 (1) 进行回转, 所述控制器包括依次连接的输入模块、处理模块和控制模块, 其特征在于,

20

所述输入模块用于采集所述臂架 (1) 的振动烈度信号和所述臂架 (1) 的姿态信号;

所述处理模块用于通过采集到的所述振动烈度信号和姿态信号从预先设置的动态特性参数数据库中提取对应的动态特性参数、根据所述振动烈度信号和姿态信号以及所述动态特性参数计算产生控制信号, 并将该控制信号传送给所述控制模块;

25

所述控制模块用于根据所述控制信号控制所述液压马达 (3) 往复运动。

10、根据权利要求 9 所述的回转振动抑制控制器, 其特征在于, 所述臂架 (1) 包括 N 个臂节, 所述振动烈度信号为所述臂架 (1) 的末臂节 (11) 在回转方向上的振动烈度信号。

30

11、根据权利要求 10 所述的回转振动抑制控制器。其特征在于，所检测的臂架的姿态为 N 个所述臂节相对于水平面的倾角。

12、根据权利要求 11 所述的回转振动抑制方法，其特征在于，对所述
5 液压马达（3）进行控制的控制量通过以下方式计算：

$$i(t) = f(S(t), Z_1(t), \dots, Z_N(t), C(t));$$

其中， $i(t)$ 为对所述控制量， $S(t)$ 为所述末臂节振动烈度， $Z_1(t), \dots, Z_N(t)$ 为 N 个所述臂节的姿态， $C(t)$ 为所述动态特性参数， t 为时间。

10 13、根据权利要求 11 所述的回转振动抑制控制器，其特征在于，所述泵车还包括控制泵启动的泵送电磁阀，所述输入模块还用于采集所述泵送电磁阀的换向频率信号并传送到所述处理模块，所述处理模块还利用该换向频率信号计算所述控制信号。

15 14、根据权利要求 13 所述的回转振动抑制方法，其特征在于，对所述液压马达（3）进行控制的控制量通过以下方式计算：

$$i(t) = f(S(t), Z_1(t), \dots, Z_N(t), C(t), F_1(t));$$

其中， $i(t)$ 为对所述控制量， $S(t)$ 为所述末臂节振动烈度， $Z_1(t), \dots, Z_N(t)$ 为 N 个所述臂节的姿态， $C(t)$ 为所述动态特性参数， $F_1(t)$ 为所述换向频率，
20 t 为时间。

15、根据权利要求 11 所述的回转振动抑制控制器，其特征在于，所述泵车还包括提供泵送动力的泵送油缸，所述输入模块还用于采集所述泵送油缸的工作频率信号并传送到所述处理模块，所述处理模块还利用该工作
25 频率信号计算所述控制信号。

16、根据权利要求 15 所述的回转振动抑制方法，其特征在于，对所述液压马达（3）进行控制的控制量通过以下方式计算：

$$i(t) = f(S(t), Z_1(t), \dots, Z_N(t), C(t), F_2(t));$$

30 其中， $i(t)$ 为对所述控制量， $S(t)$ 为所述末臂节振动烈度， $Z_1(t), \dots, Z_N(t)$ 为 N 个所述臂节的姿态， $C(t)$ 为所述动态特性参数， $F_2(t)$ 为所述工作频率，

t 为时间。

17、一种泵车臂架的回转振动抑制装置，所述臂架（1）安装在所述泵车的回转平台（2）上，所述回转平台由液压马达（3）驱动从而带动所述臂架（1）进行回转，其特征在于，所述抑制装置包括用于检测所述臂架（1）的振动烈度的第一传感器、用于检测所述臂架（1）的姿态的第二传感器和控制器，该控制器包括依次连接的输入模块、处理模块和控制模块，其中，

所述第一传感器和第二传感器与所述控制器的输入模块连接，所述输入模块用于将来自于所述臂架（1）的振动烈度信号和所述臂架（1）的姿态信号传送到处理模块；

所述处理模块用于通过采集到的所述振动烈度信号和姿态信号从预先设置的动态特性参数数据库中提取对应的动态特性参数、根据所述振动烈度信号和姿态信号以及所述动态特性参数计算产生控制信号，并将该控制信号传送给所述控制模块；

所述控制模块用于根据所述控制信号控制所述液压马达往复运动。

18、根据权利要求 17 所述的回转振动抑制装置，其特征在于，所述臂架（1）包括依次连接的 N 个臂节，末臂节（11）连接软管，所述第一传感器用于检测所述臂架（1）的末臂节（11）在回转方向上的振动烈度。

19、根据权利要求 18 所述的回转振动抑制装置，其特征在于，所述第一传感器安装在所述末臂节（11）的靠近所述软管的一端的侧面，并与所述末臂节（11）的侧面垂直。

20、根据权利要求 19 所述的回转振动抑制装置，其特征在于，所述第一传感器为位移传感器、速度传感器或者加速度传感器。

21、根据权利要求 18 所述的回转振动抑制装置，其特征在于，所述第二传感器为多个，多个所述第二传感器用于检测 N 个所述臂节相对于水平面的倾角。

22、根据权利要求 21 所述的回转振动抑制装置，其特征在于，所述第二传感器为姿态传感器。

23、根据权利要求 21 所述的回转振动抑制方法，其特征在于，对所述
5 液压马达（3）进行控制的控制量通过以下方式计算：

$$i(t) = f(S(t), Z_1(t), \cdots, Z_N(t), C(t));$$

其中， $i(t)$ 为对所述控制量， $S(t)$ 为所述末臂节振动烈度， $Z_1(t), \cdots, Z_N(t)$ 为 N 个所述臂节的姿态， $C(t)$ 为所述动态特性参数， t 为时间。

10 24、根据权利要求 21 所述的回转振动抑制装置，其特征在于，所述泵车还包括控制泵启动的泵送电磁阀，所述振动抑制装置还包括用于检测所述泵送电磁阀的换向频率的第三传感器，该第三传感器与所述输入模块连接，所述输入模块还用于将所述换向频率信号传送到所述处理模块，所述处理模块还利用所述换向频率信号计算产生所述控制信号。

15

25、根据权利要求 24 所述的回转振动抑制方法，其特征在于，对所述液压马达（3）进行控制的控制量通过以下方式计算：

$$i(t) = f(S(t), Z_1(t), \cdots, Z_N(t), C(t), F_1(t));$$

其中， $i(t)$ 为对所述控制量， $S(t)$ 为所述末臂节振动烈度， $Z_1(t), \cdots, Z_N(t)$
20 为 N 个所述臂节的姿态， $C(t)$ 为所述动态特性参数， $F_1(t)$ 为所述换向频率， t 为时间。

26、根据权利要求 21 所述的回转振动抑制装置，其特征在于，所述泵车还包括提供泵送动力的泵送油缸，所述振动抑制装置还包括用于检测所述泵送油缸的工作频率的第四传感器，该第四传感器与所述输入模块连接，
25 所述输入模块还用于将所述工作频率信号传送到所述处理模块，所述处理模块还利用所述工作频率信号计算产生所述控制信号。

27、根据权利要求 26 所述的回转振动抑制方法，其特征在于，对所述
30 液压马达（3）进行控制的控制量通过以下方式计算：

$$i(t) = f(S(t), Z_1(t), \cdots, Z_N(t), C(t), F_2(t));$$

其中， $i(t)$ 为对所述控制量， $S(t)$ 为所述末臂节振动烈度， $Z_1(t), \dots, Z_N(t)$ 为 N 个所述臂节的姿态， $C(t)$ 为所述动态特性参数， $F_2(t)$ 为所述工作频率， t 为时间。

- 5 28、根据权利要求 17-27 中任意一项所述的回转振动抑制装置，其特征在于，所述抑制装置还包括连接在所述控制模块和所述液压马达（3）之间的抑振电磁阀，该抑振电磁阀根据所述控制信号控制所述液压马达（3）往复运动。
- 10 29、一种泵车，其特征在于，该泵车包括上述权利要求 17-28 中任意一项所述的回转振动抑制装置。

1/2

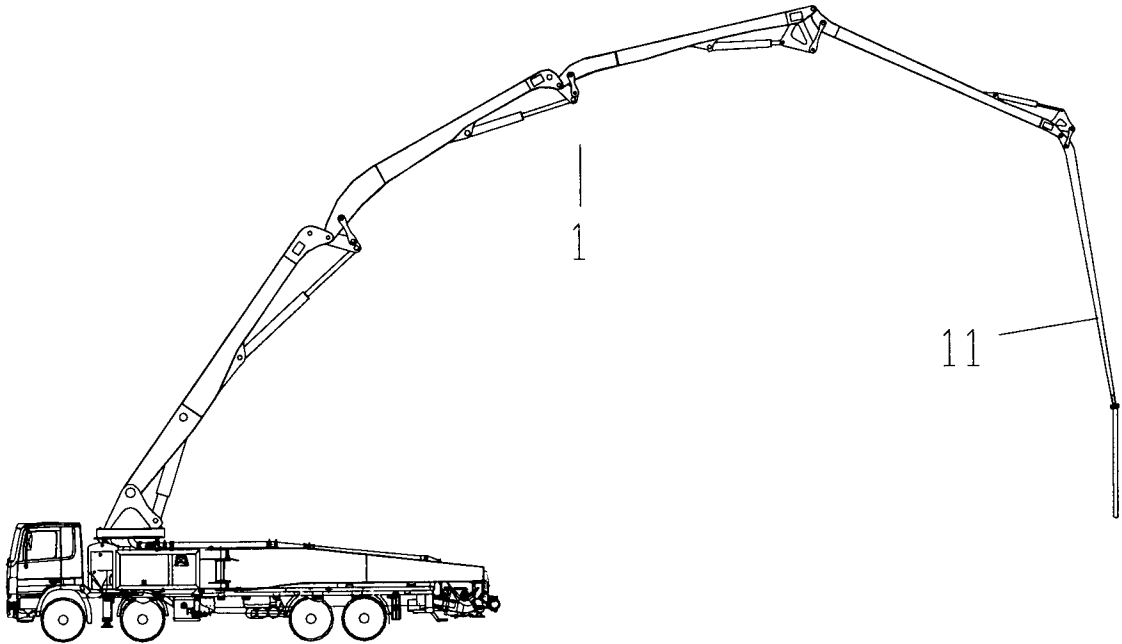


图 1

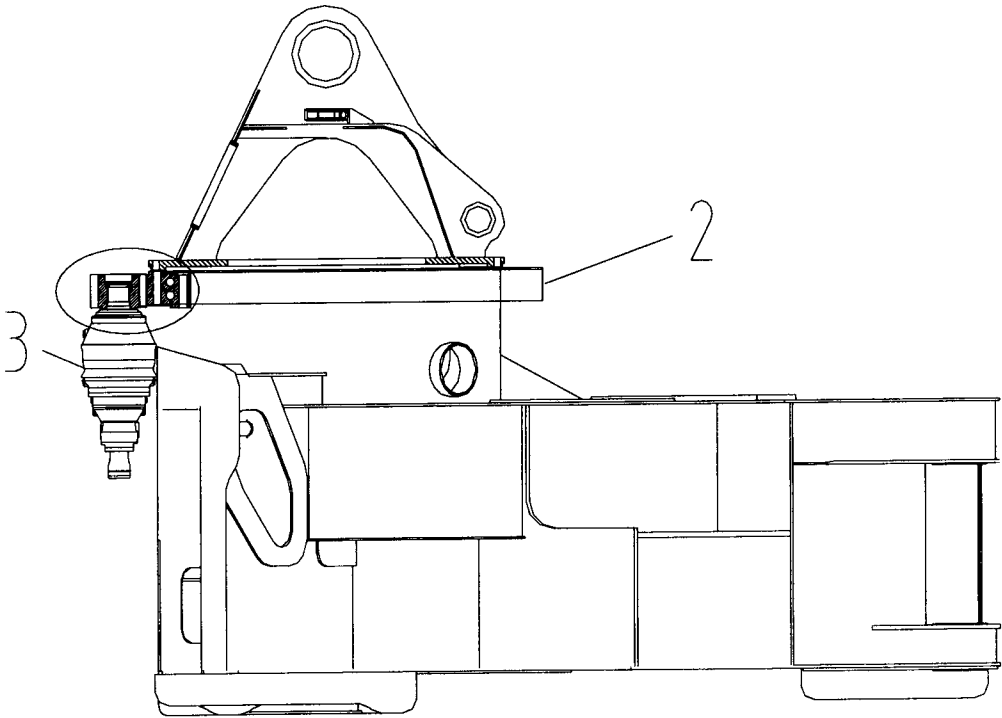


图 2

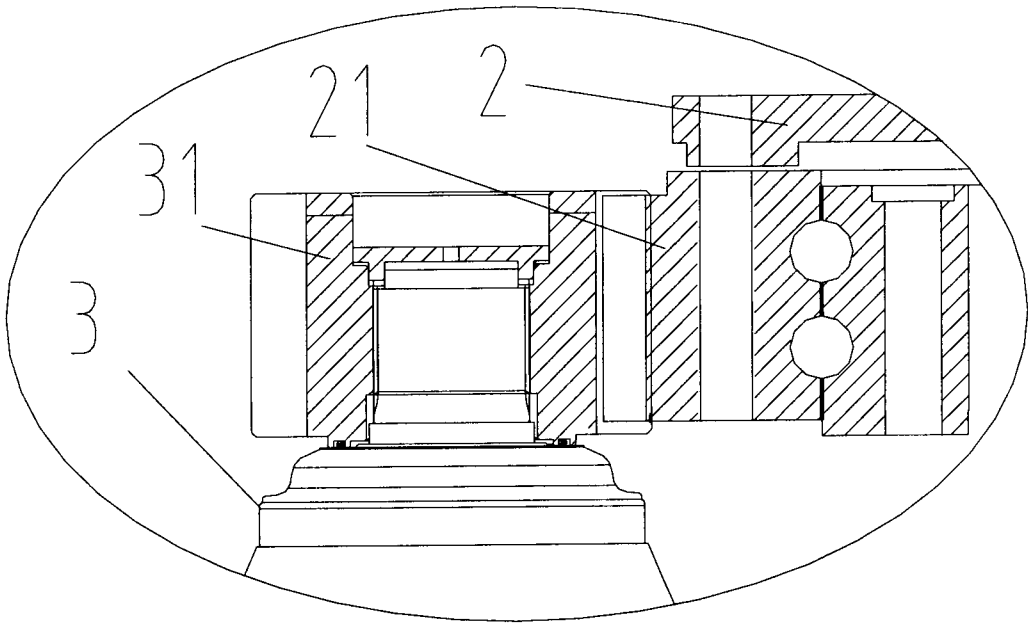


图 3

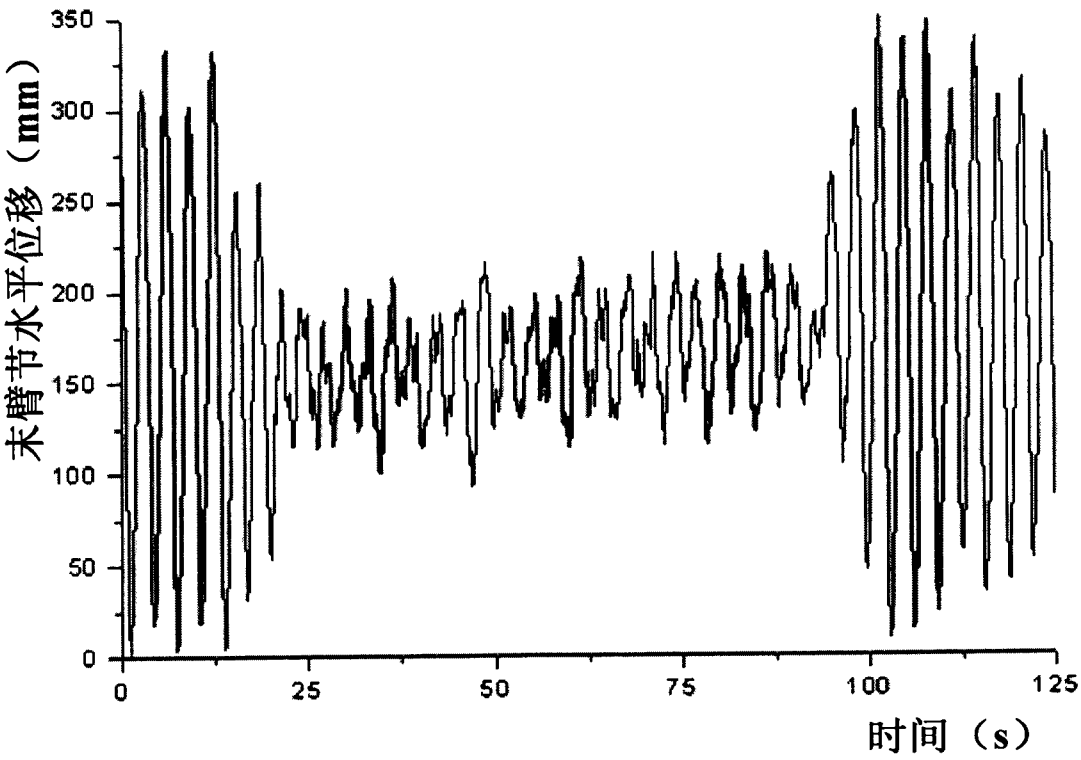


图 4

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

DECLARATION OF NON-ESTABLISHMENT OF INTERNATIONAL SEARCH REPORT

(PCT Article 17(2)(a), Rules 13ter.1(c) and (d) and 39)

Applicant's or agent's file reference PCT17557CZL	IMPORTANT DECLARATION	Date of mailing (<i>day/month/year</i>) 05 April 2012 (05.04.2012)
International application No. PCT/CN2011/081020	International filing date (<i>day/month/year</i>) 20 October 2011 (20.10.2011)	(Earliest) Priority Date (<i>day/month/year</i>)
International Patent Classification (IPC) or both national classification and IPC E04G21/04 (2006.01) i		
Applicant ZOOMLION HEAVY INDUSTRY SCIENCE AND TECHNOLOGY CO., LTD. et al		

This International Searching Authority hereby declares, according to Article 17(2)(a), that **no international search report will be established** on the international application for the reasons indicated below.

1. ☐ The subject matter of the international application relates to:
 - a. ☐ scientific theories
 - b. ☐ mathematical theories
 - c. ☐ plant varieties
 - d. ☐ animal varieties
 - e. ☐ essentially biological processes for the production of plants and animals, other than microbiological processes and the products of such processes
 - f. ☐ schemes, rules or methods of doing business
 - g. ☐ schemes, rules or methods of performing purely mental acts
 - h. ☐ schemes, rules or methods of playing games
 - i. ☐ methods for treatment of the human body by surgery or therapy
 - j. ☐ methods for treatment of the animal body by surgery or therapy
 - k. ☐ diagnostic methods practised on the human or animal body
 - l. ☐ mere presentations of information
 - m. ☐ computer programs for which this International Searching Authority is not equipped to search prior art
2. ☒ The failure of the following parts of the international application to comply with prescribed requirements prevents a meaningful search from being carried out:

☒ the description
☒ the claims
☐ the drawings
3. ☐ A meaningful search could not be carried out without the sequence listing; the applicant did not, within the prescribed time limit:

☐ furnish a sequence listing on paper complying with the standard provided for in Annex C of the Administrative Instructions, and such listing was not available to the International Searching Authority in a form and manner acceptable to it.

☐ furnish a sequence listing in electronic form complying with the standard provided for in Annex C of the Administrative Instructions, and such listing was not available to the International Searching Authority in a form and manner acceptable to it.

☐ pay the required late furnishing fee for the furnishing of a sequence listing in response to an invitation under Rule 13ter.1(a) or (b).
4. Further comments:
See the extra sheet

Name and mailing address of the ISA/ The State Intellectual Property Office, the P.R.China 6 Xitucheng Rd., Jimen Bridge, Haidian District Beijing 100088, China	Authorized officer WANG, Qinghua
Facsimile No. (86-10)62019451	Telephone No. (86-10) 62085252

4. Additional comments continued:

An international search cannot be carried out for the present application for the following reason: the technical solutions described in the description and claims are unclear. The object of the present invention is to control the swing vibration of a pumper truck boom. In the invention, the control value to be used for controlling a hydraulic motor is calculated on the basis of a number of measured parameters, and, on the basis of said control value, the hydraulic motor is driven back and forth so as to control the swing vibration of the boom. The description and the claims only set forth that the control value is a function of said parameters, but never state how specifically to calculate and obtain the control value. As such, the person skilled in the art would not know how to arrive at the "control value" described in the description and claims. The technical solutions set forth in the description and the claims are unclear. The application does not satisfy PCT Articles 5 and 6 and does not provide drawings to explain the described technical features. Therefore, an effective search cannot be performed and a complete and feasible technical solution cannot be discerned from the description. In sum, a meaningful search cannot be carried out for the present application.

专 利 合 作 条 约

PCT

宣布不制定国际检索报告

(PCT 条约 17(2)(a)、细则 13 之三 1(c)和(d)和 39)

申请人或者代理人的档案号： PCT17557CZL	重 要 宣 布	发文日（日/月/年） 05.4 月 2012 (05.04.2012)
国际申请号 PCT/CN2011/081020	国际申请日（日/月/年）： 20.10 月 2011(20.10.2011)	(最早的) 优先权日（日/月/年）
国际专利分类（IPC）或者国家分类和 IPC 分类 E04G21/04 (2006.01) i		
申请人： 中联重科股份有限公司 等		

本国际检索单位根据条约 17(2)(a)宣布，对于国际申请将不制定国际检索报告，其理由如下：

- ☐ 国际申请的主题涉及：
 - ☐ 科学理论。
 - ☐ 数学理论。
 - ☐ 植物品种
 - ☐ 动物品种。
 - ☐ 本质上是生物学方法的动植物生产方法，微生物方法以及用所述方法获得的产品除外。
 - ☐ 经营的方案、规则或方法。
 - ☐ 纯智力活动的方案、规则或方法。
 - ☐ 游戏的方案、规则或者方法。
 - ☐ 处理人体的外科手术或治疗方法。
 - ☐ 处理动物体的外科手术或治疗方法。
 - ☐ 在人体或动物体上实施的诊断方法。
 - ☐ 单纯的信息提供。
 - ☐ 本国际检索单位不具备检索现有技术的计算机程序。
- ☒ 国际申请的下列部分不符合规定的要求，以致不能进行有意义的检索：
☒说明书 ☒权利要求书 ☐附图
- ☐ 没有序列表,不能进行有意义的检索；申请人在规定的期限内：
☐ 没有提交符合《行政规程》附录 C 规定标准的纸件形式的序列表，并且国际检索单位也未获得形式和方式可以接受的序列表。
☐ 没有提交符合《行政规程》附录 C 规定标准的电子形式的序列表，并且国际检索单位也未获得形式和方式可以接受的序列表。
☐ 在答复根据细则 13 之三.1(a)或(b)的通知提交序列表时，未缴纳后提交费用。
- ☒ 补充意见：

参见附加页

中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN) 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 王庆华 电话号码： (86-10) 62085252
--	---

续 4. 补充意见:

本申请无法作出有意义的检索,理由如下:说明书和权利要求书的技术方案描述的不清楚。本申请目的在于对泵车臂架的回转振动进行抑制,其通过所检测的一些参数计算对液压马达进行控制的控制量,然后根据该控制量驱动所述液压马达往复运动以抑制臂架的回转振动。说明书和权利要求书中仅仅给出了该控制量是这些参数的函数,但始终没有给出如何具体计算得到该控制量,也就是说,本领域技术人员无法知晓说明书和权利要求书中的“控制量”如何得到,说明书和权利要求书的技术方案描述的不清楚,不符合 PCT 条约第 5 条和第 6 条的规定,且也没有附图可用来解释上述技术特征,无法进行有效的检索,也无法从说明书中预期一个完整可行的技术方案。综上所述,本申请无法作出有意义的检索。