(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
2023 年 3 月 30 日 (30.03.2023)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2023/045767 A1

(51) 国际专利分类号:
F04C 28/00 (2006.01) *G05D 19/02* (2006.01)
F04C 29/00 (2006.01) *F16F 15/02* (2006.01)
F16F 15/10 (2006.01) *F16F 7/10* (2006.01)
F16F 15/28 (2006.01) *F16C 29/04* (2006.01)
F04C 18/16 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2022/117739

(22) 国际申请日: 2022 年 9 月 8 日 (08.09.2022)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202111128036.4 2021年9月26日 (26.09.2021) CN

(71) 申请人: 约克（无锡）空调冷冻设备有限公司 (YORK (WUXI) AIR CONDITIONING AND REFRIGERATION CO., LTD.) [CN/CN]; 中国江苏省无锡市高新技术产业开发区长江路 32 号, Jiangsu 214028 (CN)。 江森自控泰科知识产权控股有限责任合伙公司 (JOHNSON CONTROLS TYCO IP HOLDINGS LLP) [US/US]; 美国威斯康星州密尔沃基市北绿湾大道5757号, Wisconsin 53209 (US)。

(72) 发明人: 汤庆华 (TANG, Qinghua); 中国江苏省无锡市高新技术产业开发区长江路32号, Jiangsu 214028 (CN)。 林坤 (LIN, Kun); 中国江苏省无锡市高新技术产业开发区长江路32号, Jiangsu 214028 (CN)。 马小魁 (MA, Xiaokui); 中国江苏省无锡市高新技术产业开发区长江路32号, Jiangsu 214028 (CN)。 周朴 (ZHOU, Pu); 中国江苏省无锡市高新技术产业开发区长江路32号, Jiangsu 214028 (CN)。

(54) **Title:** VIBRATION FREQUENCY ADJUSTMENT SYSTEM

(54) 发明名称: 振动频率调节系统

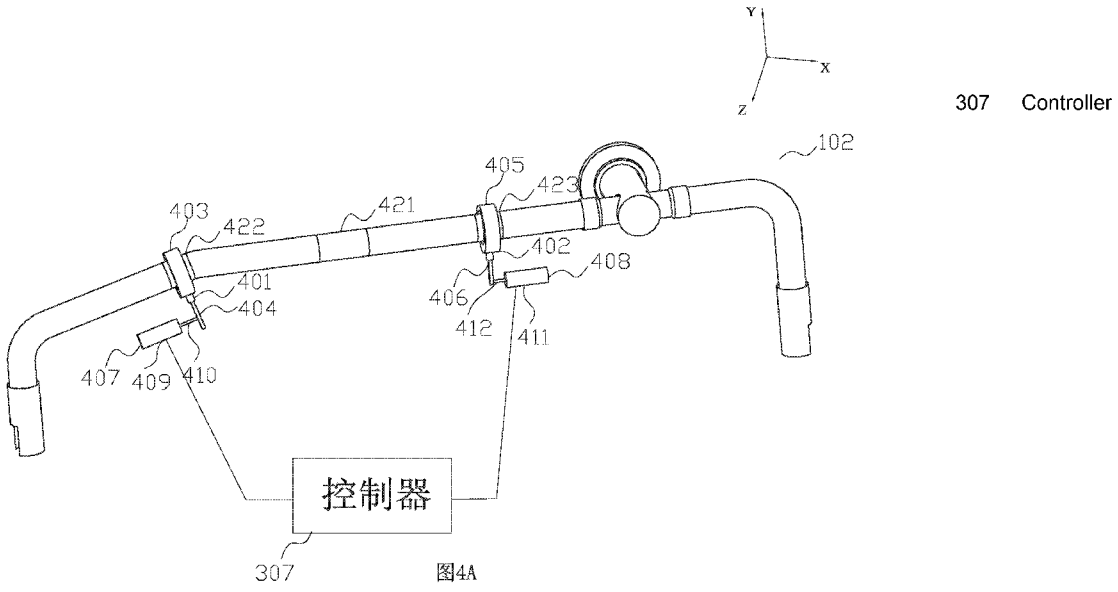


图4A

(57) **Abstract:** A vibration frequency adjustment system, comprising a vibratable component (102), at least one counterweight (401, 402), at least one drive device (407, 408) and a controller (307). The vibratable component (102) is configured to be connected to a vibration source (101). The vibration source (101) has an operating frequency range, and the vibratable component (102) has a natural vibration frequency. At least one counterweight (401, 402) is configured to be movable along the vibratable component (102). At least one drive device (407, 408) is configured to enable the at least one counterweight (401, 402) to be maintained at or moved to a different weight position (421, 422, 423) on the vibratable component (102). The controller (307) is communicatively connected to the at least

[见续页]

WO 2023/045767 A1

(74) 代理人：上海脱颖律师事务所 (TUO YING LAW OFFICES (SHANGHAI))；中国上海市长宁区汇川路99号新时空国际商务广场306室, Shanghai 200050 (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, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布：
— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

one drive device (407, 408). The vibration frequency adjustment system is used for a variable-frequency screw unit so as to reduce the vibration of an exhaust pipe.

(57) 摘要：一种振动频率调节系统，包括可振动部件（102）、至少一个配重块（401，402）、至少一个驱动装置（407、408）和控制器（307），可振动部件（102）被构造为与振动源（101）连接，振动源（101）具有工作频率范围，可振动部件（102）具有固有振动频率，至少一个配重块（401，402）被构造为可沿所述可振动部件（102）移动，至少一个驱动装置（407、408）被构造为能够使得至少一个配重块（401、402）保持在或移动至可振动部件（102）上的不同的配重位置（421、422、423），控制器（307）通信连接所述至少一个驱动装置（407、408）。该振动频率调节系统用于变频螺杆机组，以减小排气管道的振动。

振动频率调节系统

技术领域

本申请涉及振动频率调节系统，尤其是用于变频螺杆机组的振动频率调节系统。

背景技术

变频螺杆机组中的变频螺杆压缩机以一定的频率向排气管道排出气体。当变频螺杆压缩机的工作频率和排气管道的固有振动频率相同或相近时，容易产生共振。希望能够对排气管道进行避振调节，以减小共振带来的影响。

发明内容

本申请提供一种振动频率调节系统，该调节系统能够对排气管道的固有振动频率进行调节调节，使得减小排气管道的振动。

根据本申请的一个方面，本申请的振动频率调节系统包括，可振动部件、至少一个配重块、至少一个驱动装置和控制器。所述可振动部件被构造为与振动源连接，所述振动源具有工作频率范围，所述可振动部件具有固有振动频率。所述至少一个配重块被构造为可沿所述可振动部件移动。所述至少一个驱动装置被构造为能够使得所述至少一个配重块保持在或移动至所述可振动部件上的不同的配重位置。所述控制器通信连接所述至少一个驱动装置。

如上所述的振动频率调节系统，当所述可振动部件振动时，所述可振动部件上具有至少一个最大振动位移位置。所述控制器被配置为，当所述可振动部件振动时，所述控制器能够控制所述至少一个驱动装置，使得所述至少一个配重块被保持在偏离或移动至偏离所述可振动部件上的所述至少一个最大振动位移位置。

如上所述的振动频率调节系统，所述的控制器被配置为，能够通过控制所述至少一个驱动装置驱动所述至少一个配重块在所述配重位置中的对应的两个预设的配重位置间切换。

如上所述的振动频率调节系统，所述控制器被配置为，能够通过控制所述至少一个驱动装置中的每一个驱动装置分别驱动所述至少一个配重块中的每一个配重块在所述配重位置中的对应的两个预设的配重位置间切换。

如上所述的振动频率调节系统，所述可振动部件在所述振动源的所述工作频率范围内能够以“C 型”振型或“S 型”振型发生振动。所述的配重位置包括“C 型”振型配重位置和“S 型”振型配重位置。所述控制器被配置为能够根据所述可振动部件的振型来控制所述至少一个驱动装置：当所述可振动部件以所述“C 型”振型振动时，所述控制器控制所述至少一个驱动装置使得所述至少一个配重块被保持在或移动至所述“C 型”振型配重位置；或者，当所述可振动部件以所述“S 型”振型振动时，所述控制器控制所述至少一个驱动装置使得所述至少一个配重块被保持在或移动至所述“S 型”振型配重位置。

如上所述的振动频率调节系统，当所述可振动部件以所述“C 型”振型振动时，所述可振动部件具有一个“C 型”振型最大振动位移位置，所述“C 型”振型配重位置与所述的“C 型”振型最大振动位移位置相隔一定距离。当所述可振动部件以所述“S 型”振型振动时，所述可振动部件具有一个“S 型”振型最小振动位移位置和两个“S 型”振型最大振动位移位置，所述两个“S 型”振型最大振动位移位置分别为“S 型”振型第一最大振动位移位置和“S 型”振型第二最大振动位移位置，所述“S 型”振型配重位置与所述两个“S 型”振型最大振动位移位置相隔一定距离。

如上所述的振动频率调节系统，所述“C 型”振型配重位置包括“C 型”振型第一配重位置和“C 型”振型第二配重位置。所述“C 型”振型第一配重位置位于所述“C 型”振型最大振动位移位置的一侧，所述“C 型”振型第二配重位置位于所述“C 型”振型最大振动位移位置的另一侧。所述“S 型”振型配重位置位于所述“S 型”振型最小振动位移位置处。

如上所述的振动频率调节系统，所述“C 型”振型第一配重位置邻近所述“S 型”振型第一最大振动位移位置，所述“C 型”振型第二配重位置邻近所述“S 型”振型第二最大振动位移位置。

如上所述的振动频率调节系统，所述至少一个配重块被构造为具有预定的重量，所述至少一个配重块的所述预定重量使得：当所述可振动部件以所述“C 型”振型振动时，所述可振动部件在所述“C 型”振型最大振动位移位置处的振动位移小于预定振动位移值；和当所述可振动部件以所述“S 型”振型振动时，所述可振动部件在所述两个“S 型”振型最大振动位移位置处的振动位移都小于所述预定振动位移值。

如上所述的振动频率调节系统，所述至少一个驱动装置的数量是两个，分别是第一驱动装置和第二驱动装置。所述至少一个配重块的数量是两个，分别是第一配重块和第二配重块。当所述可振动部件以所述“C 型”振型振动时，所述第一配重块被保持在或移动至所述“C 型”振型第一配重位置，且所述第二配重块被保持在或移动至所述“C 型”振型第二配重位置，或当所述可振动部件以所述“S 型”振型振动时，所述第一配重块和所述第二配重块都被保持在或移动至所述“S 型”振型配重位置。

如上所述的振动频率调节系统，所述控制器被配置为：存储所述可振动部件的固有振动频率，所述的固有振动频率至少包括“C 型”振型固有振动频率和“S 型”振型固有振动频率；获取可振动部件的当前振动频率；和比较所述可振动部件的所述当前振动频率和所述可振动部件的所述固有振动频率。当所述控制器判断所述可振动部件的所述当前振动频率与所述可振动部件的所述“C 型”振型固有振动频率之间的偏差小于一预设阈值时，所述控制器判断所述可振动部件以“C 型”振型振动，或当所述控制器判断所述可振动部件的所述当前振动频率与所述可振动部件的所述“S 型”振型固有振动频率之间的偏差小于一预设阈值时，所述控制器判断所述可振动部件以“S 型”振型振动。获取所述可振动部件的所述当前振动频率的方法包括：（1）所述控制器从所述的振动源接收指示所述振动源的所述工作频率的信号，并将所述的振动源的所述工作频率作为所述可振动部件的所述当前振动频率；或（2）将所述振动频率调节系统构造为包括频率探测装置，用于探测所述可振动部件的所述当前振动频率，所述控制器从所述频率探测装置接收指示所述可振动部件的所述当前振动频率的信号。

如上所述的振动频率调节系统，所述振动频率调节系统还包括探测装置，用于探测所述可振动部件的振动情况，所述探测装置通信连接所述控制器。所述探测装置包括： 第一位置探测装置、第二位置探测装置和第三位置探测装置。所述第一位置探测装置设置在所述可振动部件的第一探测位置处以探测所述可振动部件在所述第一探测位置处的振动情况，所述第一探测位置位于所述“C 型”振型最大振动位移位置处。所述第二位置探测装置设置在所述可振动部件的第二探测位置处以探测所述可振动部件在所述第二探测位置处的振动情况，所述第二探测位置位于所述“S 型”振型第一最大振动位移位置处。所述第三位置探测装置设置在所述可振动部件的第三探测位置处以探测所述可振动部件在所述第三探测位置处的振动情况，所述第三探测位置位于所述“S 型”振型第二最大振动位移位置处。

如上所述的振动频率调节系统，所述第一位置探测装置包括第一方向第一传感器和第二方向第一传感器，所述第二位置探测装置包括第一方向第二传感器和第二方向第二传感器，

所述第三位置探测装置包括第一方向第三传感器和第二方向第三传感器。所述控制器被配置为：基于所述第一位置探测装置中的所述第一方向第一传感器的检测，确定所述可振动部件在所述第一探测位置处在第一方向上的振动位移 Y1；基于所述第一位置探测装置中的所述第二方向第一传感器的检测，确定所述可振动部件在所述第一探测位置处在第二方向上的振动位移 Z1；基于所述第二位置探测装置中的所述第一方向第二传感器的检测，确定所述可振动部件在所述第二探测位置处在所述第一方向上的振动位移 Y2；基于所述第二位置探测装置中的所述第二方向第二传感器的检测，确定所述可振动部件在所述第二探测位置处在所述第二方向上的振动位移 Z2；基于所述第三位置探测装置中的所述第一方向第三传感器的检测，确定所述可振动部件在所述第三探测位置处在所述第一方向上的振动位移 Y3；和基于所述第三位置探测装置中的所述第二方向第三传感器的检测，确定所述可振动部件在所述第三探测位置处在所述第二方向上的振动位移 Z3。

如上所述的振动频率调节系统，当所述控制器判断 Z2<Y2、Z1<Y1、Z3<Y3，且 Y2 和 Y3 都小于预定振动位移值、Y1 大于预定振动位移值时，所述控制器判断所述可振动部件以所述“C 型”振型发生振动。或者，当所述控制器判断：（i）Y2<Z2、Y 1<Z1、Y3<Z3、Z1<Z2、Z1<Z3，且 Z2 和 Z3 都大于所述预定振动位移值，或（ii）Y2>Z2、Y1>Z1、Y3>Z3、Y1<Y2、Y1<Y3，且 Y2 和 Y3 都大于所述预定振动位移值，所述控制器判断所述可振动部件以所述“S 型”振型发生振动。

如上所述的振动频率调节系统，所述探测装置是单向位移传感器或单向加速度传感器。

如上所述的振动频率调节系统，所述至少一个配重块为环状结构，所述的环状结构的内侧设置有滚动装置，所述的滚动装置是滚轮或滚珠，所述的滚动装置能够在所述的可振动部件的表面滚动。

如上所述的振动频率调节系统，其特征在于：所述环状结构为偏心环。

如上所述的振动频率调节系统，其特征在于：所述的环状结构的内侧设置有三个均匀分布的滚动装置。

如上所述的振动频率调节系统，所述至少一个驱动装置是气动或液压执行元件，所述至少一个驱动装置包括缸体和推杆，所述推杆的一端可伸缩地固定在在所述缸体内，所述推杆的另一端连接所述至少一个配重块中对应的一个配重块。

如上所述的振动频率调节系统，所述振动源是变频螺杆压缩机，所述可振动部件是与所述变频螺杆压缩机的排气口相连的排气管道。

附图说明

图 1 是根据现有技术的变频螺杆机组的一个实施例的结构立体示意图。

图 2A-2C 示出根据本申请测试得到的对应于排气管道的不同固有振动频率的振型。

图 3 示出根据本申请确定排气管道正在以何种阵型发生振动的一个实施方式的结构示意图。

图 4A 至 4C 是根据本申请的配重块设置的一个实施方式的结构示意图。

图 5A 至 5B 是根据本申请的配重块设置的另一个实施方式的结构示意图。

图 6 是根据本申请的控制器的框图。

具体实施方式

下面将参考构成本说明书一部分的附图对本申请的各种具体实施方式进行描述。应该理解的是，在可能的情况下，本申请中使用的相同或者相类似的附图标记指的是相同的部件。

图 1 是根据现有技术的变频螺杆机组 10 的结构立体示意图。如图 1 所示，变频螺杆机组 10 包括变频螺杆压缩机 101、排气管道 102、蒸发器 103 和冷凝器 104。变频螺杆压缩机 101 的进气口连接蒸发器 103 的出气口。排气管道 102 的进气口和变频螺杆压缩机 101 的排气口连接，排气管道 102 的出气口和冷凝器 104 连接。从而，变频螺杆压缩机 101 能够将来自蒸发器 103 中的气态冷媒压缩后经排气管道 102 输送至冷凝器 104。变频螺杆压缩机 101 以一定范围内的排气脉动频率将经压缩的气态冷媒输送到排气管道 102。当变频螺杆压缩机 101 的排气脉动频率达到或接近排气管道 102 的固有振动频率时，排气管道 102 产生共振。当排气管道 102 发生共振，排气管道 102 的振幅和应力应变很大，这会降低排气管道 102 的使用寿命。并且，由于排气管道 102 的振动会带动变频螺杆压缩机 101、蒸发器 103、冷凝器 104 及设置在这些器件上的零件的振动，排气管道 102 的过大振动也会影响变频螺杆机组 10 的正常运行。另外，排气管道 102 发生共振时产生的过大振动还会带来噪声问题。

如下文中具体讨论的，本申请在排气管道 102 上的选定配重位置处设置配重块。为了避免配重块在排气管道 102 发生振动时被损害或者与排气管道 102 脱离，本申请选定的配重位置和排气管道 102 的最大振动位移位置相距一定距离。并且，本申请根据排气管道 102 的当前振动情况控制配重块位于排气管道 102 上的不同配重位置，使得能够根据需要保持或改变排气管道 102 的质量分布和刚度。从而，本申请可以根据排气管道 102 的当前振动情况，按照实际需要保持或改变排气管道 102 的固有振动频率，确保变频螺杆压缩机 101 的排气脉动频率和排气管道 102 的固有振动频率的差值足够大，使得排气管道 102 的振动足够小，不致于对排气管道 102 和变频螺杆机组 10 的运行造成不利影响。如下文中所讨论的，本申请可以在变频螺杆压缩机 101 向排气管道 102 排气时，确定排气管道 102 正在以何种振型发生振动，并基于此使得配重块保持在或移动至排气管道 102 上的相应配重位置。

可以通过多种方式来确定排气管道 102 正在以何种振型发生振动。结合图 2A 至图 3 具体讨论确定排气管道 102 正在以何种振型发生振动的一种示例实施方式，在该实施方式中，预先对排气管道 102 进行测试得到该类型排气管道 102 的固有振动频率下的对应振型。之后在变频螺杆机组 10 的工作过程中，在变频螺杆压缩机 101 向排气管道 102 排气的时候，实时探测排气管道 102 发生振动的时候在多个位置处的振动位移情况来判断排气管道 102 正在以何种振型发生振动。

可以使用仿真分析方法（如，根据中国的国家标准 GB/T33582-2017《机械产品结构有限元力学分析通用规则》）预先测试得到排气管道 102 在固有振动频率下的对应振型。在变频螺杆压缩机 101 的一个实施例中，变频螺杆压缩机 101 的排气脉动频率在 80～250Hz 的范围之间。本申请的发明人通过测试发现排气管道 102 在 80～250Hz 的频率范围之间具有三个固有振动频率，在排气管道 102 的实际振动频率达到或接近这三个固有振动频率时，排气管道 102 分别以对应的三种振型发生振动。图 2A-2C 示意性示出排气管道 102 的这三种振型。

图 2A 示出排气管道 102 的“C 型”振型。在图 2A 所示的“C 型”振型中，排气管道 102 在 Y 轴方向（排气管道 102 的高度方向）上发生“C 型”振动，并在位置 201 处具有“C 型”振型最大振动位移。

图 2B 示出排气管道 102 的第一“S 型”振型。在图 2B 所示的第一“S 型”振型中，排气管道 102 在 Z 轴方向（同时垂直于排气管道 102 的长度和高度的方向）上发生“S 型”振动，并在位置 212、213 处具有第一“S 型”振型最大振动位移，而在位置 211 处具有第一“S 型”振型最小振动位移。

图 2C 示出排气管道 102 的第二“S 型”振型。在图 2C 所示的第二“S 型”振型中，排气管道 102 在 Y 轴方向（管道的高度方向）上发生“S 型”振动，并在位置 222 和 223 处具有第二“S 型”振型最大振动位移，而在位置 221 处具有第二“S 型”振型最小振动位移。

排气管道 102 的“C 型”振型最大振动位移位置 201、第一“S 型”振型最小振动位移位置 211 和第二“S 型”振型最小振动位移位置 221 大致重合，排气管道 102 的第一“S 型”振型最小振动位移位置 211 和第二“S 型”振型最小振动位移位置 221 大致重合，排气管道 102 的第一“S 型”振型最大振动位移位置 212 和第二“S 型”振型最大振动位移位置 222 大致重合，第一“S 型”振型最大振动位移位置 213 和第二“S 型”振型最大振动位移位置 223 大致重合。对排气管道 102 的振型探测结果被存储在控制器(在图 3 中示出)中。

图 3 示出用于在变频螺杆压缩机 101 向排气管道 102 排气的过程中，实时确定排气管道 102 正在以何种阵型发生振动的一种实施方式的结构示意图。在该实施方式中，通过探测排气管道 102 在不同位置处的振动位移情况来确定排气管道 102 正在以何种阵型发生振动。如图 3 所示，在排气管道 102 上设置三个探测位置 311、312、313。第一探测位置 311 设置在“C 型”振型最大振动位移位置 201 处，第二探测位置 312 设置在第一“S 型”振型最大振动位移位置 212（也即，第二“S 型”振型最大振动位移位置 222）处，第三探测位置 313 设置在第一“S 型”振型最大振动位移位置 213（也即，第二“S 型”振型最大振动位移位置 223）处。第一位置探测装置包括第一方向第一传感器 301 和第二方向第一传感器 302，第一方向第一传感器 301 用于检测排气管道 102 在第一探测位置 311 处在 Y 轴方向的振动情况，第二方向第一传感器 302 用于检测排气管道 102 在第一探测位置 311 处在 Z 轴方向的振动情况。在第二探测位置 312 处设置第二位置探测装置。第二位置探测装置包括第一方向第二传感器 303 和第二方向第二传感器 304，第一方向第二传感器 303 用于检测排气管道 102 在第二探测位置 312 处在 Y 轴方向的振动情况，第二方向第二传感器 304 用于检测排气管道 102 在第二探测位置 312 处在 Z 轴方向的振动情况。在第三探测位置 313 处设置第三位置探测装置。第三位置探测装置包括第一方向第三传感器 305 和第二方向第三传感器 306，第一方向第三传感器 305 用于检测排气管道 102 在第三探测位置 313 处在 Y 轴方向的振动情况，第二方向第三传感器 306 用于检测排气管道 102 在第三探测位置 313 处在 Z 轴方向的振动情况。

如图 3 所示，变频螺杆机组 10 还包括一控制器 307，该控制器 307 通信连接传感器 301、302、303、304、305、306，以从传感器 301、302、303、304、305、306 接收指示排气管道 102 在相应探测位置处的振动情况的信号。控制器 307 根据接收到的指示排气管道 102 在三

个探测位置 311、312、313 处的振动情况的信号，确定排气管道 102 在这些位置处的振动位移，进而确定排气管道 102 正在以何种振型发生振动。具体来说，控制器 307 基于从第一方向第一传感器 301 接收到的信号，确定排气管道 102 在第一探测位置 311 处在 Y 轴方向上的振动位移 Y1,基于从第二方向第一传感器 302 接收到的信号，确定排气管道 102 在第一探测位置 311 处在 Z 轴方向上的振动位移 Z1,基于从第一方向第二传感器 303 接收到的信号，确定排气管道 102 在第二探测位置 312 处在 Y 轴方向上的振动位移 Y2,基于从第二方向第二传感器 304 接收到的信号，确定排气管道 102 在第二探测位置 312 处在 Z 轴方向上的振动位移 Z2,基于从第一方向第三传感器 305 接收到的信号，确定排气管道 102 在第三探测位置 313 处在 Y 轴方向上的振动位移 Y3，基于从第二方向第三传感器 306 接收到的信号，确定排气管道 102 在第三探测位置 313 处在 Z 轴方向上的振动位移 Z3。控制器 307 随后比较排气管道 102 在三个探测位置 311、312、313 处的振动位移，以确定排气管道 102 正在以何种振型发生振动。当控制器 307 判断 Z2<Y2、Z1<Y1、Z3<Y3，且 Y2 和 Y3 都小于预定振动位移值，且 Y1 大于所述预定振动位移值时，控制器 307 判断所述排气管道 102 正在以“C 型”振型发生振动。当控制器 307 判断 Y2<Z2、Y1<Z1、Y3<Z3、Z1<Z2、Z1<Z3，且 Z2 和 Z3 都大于预定振动位移值，控制器 307 判断排气管道 102 正在以第一“S 型”振型发生振动。当控制器 307 判断 Y2>Z2、Y1>Z1、Y3>Z3、Y1<Y2、Y1<Y3，且 Y2 和 Y3 都大于预定振动位移值，控制器 307 判断排气管道 102 正在以第二“S 型”振型发生振动。预定振动位移值被设定成，当振动位移不超过该数值，将不会对排气管道 102 和变频螺杆机组 10 造成损害。在一个实施例中，该预定振动位移值被设定为$60\mu m$。

传感器 301、302、303、304、305、306 可以都是单向加速度传感器，用于检测排气管道 102 在各个探测位置处在 Y 轴和 Z 轴方向上的运动加速度，并向控制器 307 发送指示检测到的运动加速度的信号。控制器 307 能够基于来自这些单向加速度传感器的加速度信号计算得到排气管道 102 在各个探测位置处的振动位移。传感器 301、302、303、304、305、306 也可以都是单向位移传感器，用于检测排气管道 102 在各个探测位置处在 Y 轴和 Z 轴方向上的振动位移，并向控制器 307 发送指示检测到的振动位移的信号。

除了上述通过比较排气管道 102 在各振型的最大振动位移位置处的振动位移来确定排气管道 102 正在以何种振型发生振动的实施方式以外，在其他实施方式中，也可以通过确定排气管道 102 在发生振动时的当前振动频率，并比较排气管道 102 的当前振动频率和其固有振动频率来确定其当前振型。

在该实施方式中，可以预先使用试验模态方法对已经安装在特定变频螺杆机组 10 中的排气管道 102 进行测试来确定其固有振动频率及其对应振型。通过该测试方法可以发现，在变频螺杆压缩机 101 的排气脉动频率在 80～250Hz 的范围之间时，排气管道 102 同样具有三个固有振动频率及如图 2A 至 2C 所示的三种对应振型。测试结果存储在控制器 307 中。

之后，在变频螺杆机组 10 的工作过程中，控制器 307 实时确定排气管道 102 在发生振动时的当前振动频率。例如，控制器 307 可以从变频螺杆压缩机 101 接收指示变频螺杆压缩机 101 的排气脉动频率的信号，并将变频螺杆压缩机 101 的排气脉动频率作为排气管道 102 的当前振动频率。又例如，控制器 307 也可以从排气管道 102 的频率探测装置接收指示排气管道 102 的振动情况的信号，并基于该信号进行频谱分析来确定排气管道 102 的当前振动频率。在从排气管道 102 的频率探测装置接收指示排气管道 102 的振动情况的信号的示例中，该频率探测装置可以是如图 3 中设置的六个单向加速度传感器或单向位移传感器，也可以是在排气管道 102 的任意三个位置上设置的三个三向加速度传感器或三向位移传感器。

在控制器 307 通过确定排气管道 102 的当前振动频率来确定其当前振型的实施方式中，当排气管道 102 的当前振动频率和对应排气管道 102 的“C 型”振型的“C 型”固有振动频率的差值小于一预设值时，控制器 307 判断排气管道 102 正在以“C 型”振型发生振动。当排气管道 102 的当前振动频率和对应排气管道 102 的第一“S 型”振型的第一“S 型”固有振动频率的差值小于一预设值时，控制器 307 判断排气管道 102 正在以第一“S 型”振型发生振动。当排气管道 102 的当前振动频率和对应排气管道 102 的第二“S 型”振型的第二“S 型”固有振动频率的差值小于一预设值时，控制器 307 判断排气管道 102 正在以第二“S 型”振型发生振动。排气管道 102 的当前振动频率和各固有振动频率的差值的预设值可以是**4Hz**。

在控制器 307 确定排气管道 102 正在以何种振型发生振动后，控制器 307 保持或调整配重块的位置来保持或改变排气管道 102 的固有振动频率，以确保排气管道 102 的固有振动频率和变频螺杆压缩机 101 的排气脉动频率之差足够大，从而使得排气管道 102 的振动足够小，不致于损害排气管道 102 和变频螺杆机组 10。结合图 4A 至 4C 和图 5A 至 5B 示出的配重块设置的不同实施方式说明对配重块位置的保持或调整。

在图 4A 至 4C 所示的实施方式中，在排气管道 102 上设置两个配重块 401 和 402。在排气管道 102 上还设置两个驱动装置 407 和 408，驱动装置 407 和配重块 401 相连，用于驱动配重块 401，驱动装置 408 和配重块 402 相连，用于驱动配重块 402。如图 4A 和 4B 所示，驱动装置 407 和驱动装置 408 分别和控制器 307 通信连接，从而控制器 307 可以控制驱动装置

407 和 408 驱动配重块 401 和 402。同样如图 4A 和 4B 所示，排气管道 102 上设有三个配重位置 421、422、423,控制器 307 可以控制驱动装置 407 使得配重块 401 移动至配重位置 421 或 422，控制器 307 可以控制驱动装置 408 使得配重块 402 移动至配重位置 421 或 423。第一配重位置 421 被设置为与排气管道 102 的第一“S 型”振型最大振动位移位置 212、213（也即，第二“S 型”振型最大振动位移位置 222、223）都相隔一定距离。第二配重位置 422 位于“C 型”振型最大振动位移位置 201 的一侧，与“C 型”振型最大振动位移位置 201 相隔一定距离。第三配重位置 423 位于“C 型”振型最大振动位移位置 201 的另一侧，与“C 型”振型最大振动位移位置 201 相隔一定距离。在一个实施例中，第一配重位置 421 位于或邻近第一“S 型”振型最小振动位移位置 211（也即，第二“S 型”振型最小振动位移位置 221）处，第二配重位置 422 位于或邻近第一“S 型”振型最大振动位移位置 212（也即，第二“S 型”振型最大振动位移位置 222）处，第三配重位置 423 位于或邻近第一“S 型”振型最大振动位移位置 213（也即，第二“S 型”振型最大振动位移位置 223）处。

当控制器 307 确定排气管道 102 正在以“C 型”振型振动时，若配重块 401 和 402 此时正处于第一配重位置 421，控制器 307 控制驱动装置 407 将配重块 401 从第一配重位置 421 移动至第二配重位置 422，并控制驱动装置 408 将配重块 402 从第一配重位置 421 移动至第三配重位置 423；若此时配重块 401 已经处于第二配重位置 422，且配重块 402 已经处于第三配置位置 423，控制器 307 控制驱动装置 407 将第一配重块 401 保持在第二配重位置 422，并控制驱动装置 408 将第二配重块 402 保持在第三配重位置 423。当控制器 307 确定排气管道 102 正在以第一“S 型”或第二“S 型”振型振动，若此时配重块 401 处于第二配重位置 422，且配重块 402 处于第三配置位置 423，控制器 307 控制驱动装置 407 将第一配重块 401 移动至第一配重位置 421，并控制驱动装置 408 将第二配重块 402 也移动至第一配重位置 421；若此时配重块 401 和 402 已经处于第一配重位置 421，控制器 307 控制驱动装置 407 将第一配重块 401 保持在第一配重位置 421，并控制驱动装置 408 将第二配重块 402 也保持在第一配重位置 421。

配重块 401、402 被构造成具有预定重量。该预定重量使得，当排气管道 102 以“C 型”振型振动时，在配重块 401、402 位于“C 型”振型的相应配重位置 422 和 423 的情况下，排气管道 102 的固有振动频率和变频螺杆机组 10 的排气脉动频率之差达到一预定频率差，且当排气管道 102 以第一或第二“S 型”振型振动时，在配重块 401、402 位于第一或第二“S 型”振型的相应配重位置 421 时，排气管道 102 的固有振动频率和变频螺杆机组 10 的排气脉动频率之差也达到该预定频率差。从而，当排气管道 102 以“C 型”振型振动时，排气管道 102

在“C 型”振型最大振动位移位置 201 处的振动位移能够小于预定振动位移值，且当排气管道 102 以第一或第二“S 型”振型振动时，排气管道 102 在第一“S 型”振型最大振动位移位置 212、213 处或第二“S 型”振型最大振动位移位置 222、223 处的振动位移也都能够小于预定振动位移值，从而排气管道 102 的振动不致于损害排气管道 102 和变频螺杆机组 10。在一个实施例中，预定振动位移值是60μm，预定频率差是到10～15Hz,为实现该预定频率差，配重块 401、402 可以被构造成分别具有 3kg 的重量。

本申请通过在排气管道 102 上设置配重块，并根据排气管道 102 的当前振动情况控制配重块位于排气管道 102 上的不同配重位置，使得能够根据需要保持或改变排气管道 102 的质量分布和刚度。从而，本申请可以根据排气管道 102 的当前振动情况，按照实际需要保持或改变排气管道 102 的固有振动频率,确保变频螺杆压缩机 101 的排气脉动频率和排气管道 102 的固有振动频率的差足够大，使得排气管道 102 的振动足够小，不致于对排气管道 102 和变频螺杆机组 10 的运行造成不利影响。并且，由于本申请将配重块设置在处于距离当前振型下的最大振动位移位置一定距离处，在排气管道 102 发生振动时，配重块不易被破坏，且不易与排气管道 102 脱离。因此，本申请的振动频率调节系统可以持续有效地起作用。

图 4A 至 4C 示出配重块 401、402 和驱动装置 407、408 的结构一个实施例。如图 4A 至 4C 所示，配重块 401、402 是环状结构 403、405。环状结构 403、405 内侧设置有滚动装置 414，使得配重块 401 和 402 可以在排气管道 102 的表面滚动。该滚动装置 414 可以是滚轮或滚珠。在配重块的一个实施例中，环状结构 403、405 的内侧设有三个均匀分布的滚动装置 414，使得配重块在排气管道 102 上可以更为平滑、连续地滚动。作为一个示例，如图 4C 所示，环状结构 403、405 可以是偏心环。使用偏心环形式的环状结构 403、405 有利于配重块 401、402 以恒定的姿态保持在排气管道 102 上，从而有利于保持和驱动装置 407、408 的相对位置，进而使得配重块 401、402 能够在排气管道 102 上保持平滑、连续地滚动。如图 4A 至 4C 所示,配重块 401 还可以包括和环状结构 403 连接的导杆 404,用于结合驱动装置 407，类似地，配重块 402 还可以包括和环状结构 405 连接的导杆 406，用于结合驱动装置 408。

在图 4A 至 4C 所示的实施例中，驱动装置 407 和 408 是液压或气动执行元件。驱动装置 407 包括缸体 409 和推杆 410，类似地，驱动装置 408 包括缸体 411 和推杆 412。驱动装置 407 的推杆 410 的一端可伸缩地固定在缸体 409 内，另一端和配重块 401 的导杆 404 结合，从而能够驱动配重块 401。驱动装置 408 的推杆 412 的一端可伸缩地固定在缸体 411 内，另一端和配重块 402 的导杆 406 结合，从而能够驱动配重块 402。

如图 4A 和 4B 所示，排气管道 102 的至少一部分可以被构造成沿其长度方向倾斜。为了使驱动装置 407、408 能够驱动配重块 401、402 在沿长度方向倾斜的排气管道 102 上移动，希望驱动装置 407、408 的推杆 410、412 能够沿着配重块 401、402 的导杆 404、406 的高度方向上下移动。图 4C 进一步示出驱动装置 407 的推杆 410 和配重块 401 的导杆 404 的结构的放大图，所示结构使得能够实现这种移动。如图 4C 所示，配重块 401 的导杆 404 上设有导轨槽 413，驱动装置 407 的推杆 410 的未固定在缸体 409 中的一端被接合在导杆 404 的导轨槽 413 中，且推杆 410 和导杆 404 大致垂直，并且驱动装置 407 被设置成能够在推杆 410 和导杆 404 限定的平面内旋转。配重块 401 和驱动装置 407 的这种结构设置使得，当配重块 401 沿排气管道 102 向下倾斜移动，驱动装置 407 的推杆 410 在导轨槽 413 内沿着导轨槽 413 的高度向上移动，而当配重块 401 沿排气管道 102 向上倾斜移动，驱动装置 407 的推杆 410 在导轨槽 413 内沿着导轨槽 413 的高度向下移动。从而，在配重块 401 沿排气管道 102 向下或向上倾斜移动时，驱动装置 407 能够保持对配重块 401 的驱动。尽管图 4C 中只示出配重块 401 的导杆 404 和驱动装置 407 的推杆 410 的连接，应当理解的是，配重块 402 和其驱动装置 408 也可以根据需要以类似方式连接。同样应该理解的是，如果排气管道 102 在其整个长度方向上是平直、不存在倾斜的，则驱动装置 407、408 的推杆 410、412 不需要被构造成沿着配重块 401、402 的导杆 404、406 的高度方向移动，从而驱动装置 407、408 的推杆 410、412 和配重块 401、402 的导杆 404、406 也可以被设计成具有不同的构造。

图 5A 至 5B 是 4A 至 4B 所示的配重块设置的替换实施例。图 5A 和 5B 的实施例和图 4A 至 4B 的实施方式类似，区别仅在于 5A 至 5B 的实施方式中仅使用一个配重块 401。在控制器 307 判断出排气管道 102 正在以何种振型振动后，控制器 307 控制驱动装置 407 使得配重块 401 保持在或移动至“S 型”振型配重位置 421 或“C 型”振型第一配重位置 422。在该只设置一个配重块的实施例中，配重块 401 例如可以被构成具有 6kg 的重量。

尽管本申请只示出了如图 4A 至 5B 所示的配重块 401、402 和驱动装置 407、408 的结构，应当理解的是，任何其他能够实现驱动装置对配重块的移动的结构都适用于本申请，且在本申请的精神之内。作为一个示例，可以使用电机、牵引绳和定滑轮组合形成的牵引机构作为驱动装置实现对配重块的移动。通过使得牵引绳经过定滑轮，牵引绳可以在电机的驱动下做环形运动。可以将配重块连接至牵引绳，从而在电机驱动牵引绳作环形运动的过程中，配重块随着牵引绳的环形运动而移动。在控制器控制电机以第一方向旋转时，牵引绳以第一方向作环形运动，从而电机随着牵引绳的运动移动至一个配重位置。在控制器控制电机以第二方向旋转时，牵引绳以第二方向作环形运动，从而电机随着牵引绳的运动移动至另一个配重位

置。可以在配重位置设置限位器，使得控制器能够判断配重块已经移动到配重位置，从而控制电机停止转动。在使用这种驱动装置的实施例中，配重块可以被构造成仅包括图 4A 至 5B 所示的环状结构，而不需要包括和环状结构连接的导杆。

图 6 示出控制器 307 的示意性框图。如图 6 所示，控制器 307 包括总线 601。处理器 602、存储器 603、大容量存储装置 604、输入接口 605 和输出接口 606 连接到总线 601。输入接口和输出接口可以是无线控制模块。处理器 602 可以从存储器 603 或大容量存储装置 604 中读出程序（或指令），并执行该程序（或指令）以执行对驱动装置 407、408 的控制功能；处理器 602 还可以将数据或指令写入存储器 603 或大容量存储装置 604 中。存储器 603 和大容量存储装置 604 可以存储程序（指令）或数据。通常，存储器 603 具有比大容量存储装置 604 的访问速度快的访问速度，而大容量存储装置 604 具有比存储器 603 的存储器尺寸大的存储器尺寸。通过执行存储器 603 中的指令，处理器 602 可以控制存储器 603、大容量存储装置 604、输入接口 605 和输出接口 606。输入接口 605 从变频螺杆压缩机 101 或传感器 301、302、303、304、305 和 306 接收输入，并将接收的输入转换成处理器 602 可识别的信号。输出接口 606 从处理器 602 接收控制信号，并将控制信号转换为适合驱动装置 407、408 的输出。

在操作中，当通过输入接口 605 从变频螺杆压缩机 101 或传感器 301、302、303、304、305 和 306 接收到输入，处理器 602 根据接收到的输入来执行所需功能。同样在操作中，当从处理器 602 接收到控制信号时，输出接口 606 将控制信号转换成输出，并将转换后的输出使用到驱动装置 407、408，以控制驱动装置 407、408 将配重块 401、402 保持在或移动至排气管道 102 上合适的配重位置。

本申请至少包括以下技术效果：

1. 减小排气管道的振动，从而减少变频螺杆机组使用过程中的噪声；

2. 减小排气管道的振动，从而延长排气管道的使用寿命，确保变频螺杆机组的正常运行；

3. 配重块距离排气管道最大振动位移位置一定距离，使得配重块不易被破坏，且不易与排气管道脱离。

权 利 要 求 书

1. 一种振动频率调节系统，其特征在于：所述振动频率调节系统包括：

可振动部件（102），所述可振动部件（102）被构造为与振动源（101）连接，所述振动源（101）具有工作频率范围，所述可振动部件（102）具有固有振动频率；

至少一个配重块（401，402），所述至少一个配重块被构造为可沿所述可振动部件（102）移动；

至少一个驱动装置（407、408），所述至少一个驱动装置被构造为能够使得所述至少一个配重块（401、402）保持在或移动至所述可振动部件（102）上的不同的配重位置（421、422、423）；

控制器（307），所述控制器（307）通信连接所述至少一个驱动装置（407、408）。

2. 根据权利要求 1 所述的振动频率调节系统，其特征在于：

当所述可振动部件（102）振动时，所述可振动部件（102）上具有至少一个最大振动位移位置；

所述控制器（307）被配置为，当所述可振动部件（102）振动时，所述控制器（307）能够控制所述至少一个驱动装置（407、408），使得所述至少一个配重块（401，402）被保持在偏离或移动至偏离所述可振动部件（102）上的所述至少一个最大振动位移位置。

3. 根据权利要求 2 所述的振动频率调节系统，其特征在于：

所述的控制器（307）被配置为，能够通过控制所述至少一个驱动装置（407、408）驱动所述至少一个配重块（401、402）在所述配重位置（421、422、423）中的对应的两个预设的配重位置（421、422、423）间切换。

4. 根据权利要求 3 所述的振动频率调节系统，其特征在于：

所述控制器（307）被配置为，能够通过控制所述至少一个驱动装置（407、408）中的每一个驱动装置（407、408）分别驱动所述至少一个配重块（401、402）中的每一个配重块（401、402）在所述配重位置（421、422、423）中的对应的两个预设的配重位置（421、422、423）间切换。

5. 根据权利要求 3 所述的振动频率调节系统，其特征在于：

所述可振动部件（102）在所述振动源（101）的所述工作频率范围内能够以“C 型”振型或“S 型”振型发生振动；

所述的配重位置（421、422、423）包括“C 型”振型配重位置（422，423）和“S 型”振型配重位置（421）；和

所述控制器（307）被配置为能够根据所述可振动部件（102）的振型来控制所述至少一个驱动装置：

当所述可振动部件（102）以所述“C 型”振型振动时，所述控制器（307）控制所述至少一个驱动装置（407、408）使得所述至少一个配重块（401，402）被保持在或移动至所述“C 型”振型配重位置（422，423）；或

当所述可振动部件（102）以所述“S 型”振型振动时，所述控制器（307）控制所述至少一个驱动装置（407、408）使得所述至少一个配重块（401，402）被保持在或移动至所述“S 型”振型配重位置（421）。

6. 根据权利要求 5 所述的振动频率调节系统，其特征在于：

当所述可振动部件（102）以所述“C 型”振型振动时，所述可振动部件（102）具有一个“C 型”振型最大振动位移位置（201），所述“C 型”振型配重位置（422，423）与所述的“C 型”振型最大振动位移位置（201）相隔一定距离；

当所述可振动部件（102）以所述“S 型”振型振动时，所述可振动部件（102）具有一个“S 型”振型最小振动位移位置（211，221）和两个“S 型”振型最大振动位移位置（212、213，222，223），所述两个“S 型”振型最大振动位移位置（212、213，222，223）分别为“S 型”振型第一最大振动位移位置（212，222）和“S 型”振型第二最大振动位移位置（213，223），所述“S 型”振型配重位置（421）与所述两个“S 型”振型最大振动位移位置（212、213，222，223）相隔一定距离。

7、根据权利要求 6 所述的振动频率调节系统，其特征在于：

所述“C 型”振型配重位置（422，423）包括“C 型”振型第一配重位置（422）和“C 型”振型第二配重位置（423）；

所述“C 型”振型第一配重位置（422）位于所述“C 型”振型最大振动位移位置（201）的一侧，

所述“C 型”振型第二配重位置（423）位于所述“C 型”振型最大振动位移位置（201）的另一侧；

所述“S 型”振型配重位置（421）位于所述“S 型”振型最小振动位移位置（211，221）处。

8. 根据权利要求 7 所述的振动频率调节系统，其特征在于：

所述“C 型”振型第一配重位置（422）邻近所述“S 型”振型第一最大振动位移位置（212，222）；

所述“C 型”振型第二配重位置（423）邻近所述“S 型”振型第二最大振动位移位置（213，223）。

9. 根据权利要求 7 所述的振动频率调节系统，其特征在于

所述至少一个配重块（401，402）被构造为具有预定的重量，所述至少一个配重块（401，402）的所述预定重量使得：

当所述可振动部件（102）以所述“C 型”振型振动时，所述可振动部件（102）在所述“C 型”振型最大振动位移位置（201）处的振动位移小于预定振动位移值；和

当所述可振动部件（102）以所述“S 型”振型振动时，所述可振动部件（102）在所述两个“S 型”振型最大振动位移位置（212、213，222，223）处的振动位移都小于所述预定振动位移值。

10. 根据权利要求 7 所述的振动频率调节系统，其特征在于：

所述至少一个驱动装置（407、408）的数量是两个，分别是第一驱动装置（407）和第二驱动装置（408）；

所述至少一个配重块（401，402）的数量是两个，分别是第一配重块（401）和第二配重块（402）；

当所述可振动部件（102）以所述“C 型”振型振动时，所述第一配重块（401）被保持在或移动至所述“C 型”振型第一配重位置（422），且所述第二配重块（402）被保持在或移动至所述“C 型”振型第二配重位置（423）；或

当所述可振动部件（102）以所述“S 型”振型振动时，所述第一配重块（401）和所述第二配重块（402）都被保持在或移动至所述“S 型”振型配重位置（421）。

11. 根据权利要求 5 所述的振动频率调节系统，其特征在于，

所述控制器（307）被配置为：

存储所述可振动部件（102）的固有振动频率，所述的固有振动频率至少包括“C 型”振型固有振动频率和“S 型”振型固有振动频率；

获取可振动部件（102）的当前振动频率；和

比较所述可振动部件（102）的所述当前振动频率和所述可振动部件（102）的所述固有振动频率；

其中：

当所述控制器（307）判断所述可振动部件（102）的所述当前振动频率与所述可振动部件（102）的所述“C 型”振型固有振动频率之间的偏差小于一预设阈值时，所述控制器（307）判断所述可振动部件（102）以“C 型”振型振动；或

当所述控制器（307）判断所述可振动部件（102）的所述当前振动频率与所述可振动部件（102）的所述“S 型”振型固有振动频率之间的偏差小于一预设阈值时，所述控制器（307）判断所述可振动部件（102）以“S 型”振型振动；

其中，获取所述可振动部件（102）的所述当前振动频率的方法包括：

（1） 所述控制器（307）从所述的振动源（101）接收指示所述振动源（101）的所述工作频率的信号，并将所述的振动源（101）的所述工作频率作为所述可振动部件（102）的所述当前振动频率；或

（2）将所述振动频率调节系统构造为包括频率探测装置，用于探测所述可振动部件（101）的所述当前振动频率，所述控制器（307）从所述频率探测装置接收指示所述可振动部件（101）的所述当前振动频率的信号。

12. 根据权利要求 6 所述的振动频率调节系统，其特征在于：

所述振动频率调节系统还包括探测装置（301，302，333，304，305，306），用于探测所述可振动部件（102）的振动情况，所述探测装置（301、302、303、304、305、306）通信连接所述控制器（307），所述探测装置（301、302、303、304、305、306）包括：

第一位置探测装置（301、302），所述第一位置探测装置（301、302）设置在所述可振动部件（102）的第一探测位置（311）处以探测所述可振动部件（102）在所述第一探测位置（311）处的振动情况，所述第一探测位置（311）位于所述“C 型”振型最大振动位移位置（201）处；

第二位置探测装置（303、304），所述第二位置探测装置（303、304）设置在所述可振动部件（102）的第二探测位置（312）处以探测所述可振动部件（102）在所述第二探测位置（312）处的振动情况，所述第二探测位置（312）位于所述“S 型”振型第一最大振动位移位置（212，222）处；和

第三位置探测装置（305、306），所述第三位置探测装置（305、306）、设置在所述可振动部件（102）的第三探测位置（313）处以探测所述可振动部件（102）在所述第三探测位置（313）处的振动情况，所述第三探测位置（313）位于所述“S 型”振型第二最大振动位移位置（213，223）处。

13. 根据权利要求 12 所述的振动频率调节系统，其特征在于：

所述第一位置探测装置（301、302）包括第一方向第一传感器（301）和第二方向第一传感器（302）；

所述第二位置探测装置（303、304）包括第一方向第二传感器（303）和第二方向第二传感器（304）；

所述第三位置探测装置（305、306）包括第一方向第三传感器（305）和第二方向第三传感器（306）；和

所述控制器（307）被配置为基于：

所述第一位置探测装置（301、302）中的所述第一方向第一传感器（301）的检测确定所述可振动部件（102）在所述第一探测位置（311）处在第一方向上的振动位移 Y1,；

所述第一位置探测装置（301、302）中的所述第二方向第一传感器（302）的检测确定所述可振动部件（102）在所述第一探测位置（311）处在第二方向上的振动位移 Z1；

所述第二位置探测装置（303、304）中的所述第一方向第二传感器（303）的检测确定所述可振动部件（102）在所述第二探测位置（312）处在所述第一方向上的振动位移 Y2；

所述第二位置探测装置（303、304）中的所述第二方向第二传感器（304）的检测确定所述可振动部件（102）在所述第二探测位置（312）处在所述第二方向上的振动位移 Z2；

所述第三位置探测装置（305、306）中的所述第一方向第三传感器（305）的检测确定所述可振动部件（102）在所述第三探测位置（313）处在所述第一方向上的振动位移 Y3；和

所述第三位置探测装置（305、306）中的所述第二方向第三传感器（306）的检测确定所述可振动部件（102）在所述第三探测位置（313）处在所述第二方向上的振动位移 Z3。

14. 根据权利要求 13 所述的振动频率调节系统，其特征在于：

（1）当所述控制器（307）判断 Z2<Y2、Z1<Y1、Z3<Y3，且 Y2 和 Y3 都小于预定振动位移值、Y1 大于预定振动位移值时，所述控制器（307）判断所述可振动部件（102）以所述“C 型”振型发生振动；或

（2）当所述控制器（307）判断：

（i）Y2<Z2、Y 1<Z1、Y3<Z3、Z1<Z2、Z1<Z3，且 Z2 和 Z3 都大于所述预定振动位移值，或

（ii）Y2>Z2、Y1>Z1、Y3>Z3、Y1<Y2、Y1<Y3，且 Y2 和 Y3 都大于所述预定振动位移值，

所述控制器（307）判断所述可振动部件（102）以所述“S 型”振型发生振动。

15. 根据权利要求 12 所述的振动频率调节系统，其特征在于：所述探测装置（301、302、303、304、305、306）是单向位移传感器或单向加速度传感器。

16. 根据权利要求 1 所述的振动频率调节系统，其特征在于：所述至少一个配重块（401、402）为环状结构（403、405），所述的环状结构的内侧设置有滚动装置（414），所述的滚

动装置（414）是滚轮或滚珠，所述的滚动装置能够在所述的可振动部件（102）的表面滚动。

17. 根据权利要求 16 所述的振动频率调节系统，其特征在于：所述环状结构（403、405）为偏心环。

18. 根据权利要求 16 所述的振动频率调节系统，其特征在于：所述的环状结构的内侧设置有三个均匀分布的滚动装置（414）。

19. 根据权利要求 4 所述的振动频率调节系统，其特征在于：所述至少一个驱动装置（407、408）是气动或液压执行元件，所述至少一个驱动装置（407）包括缸体（409、411）和推杆（410、412），所述推杆（410、412）的一端可伸缩地固定在在所述缸体（409、411）内，所述推杆（410、412）的另一端连接所述至少一个配重块（401、402）中对应的一个配重块（401、402）。

20. 根据权利要求 1 所述的振动频率调节系统，其特征在于：所述振动源（101）是变频螺杆压缩机，所述可振动部件（102）是与所述变频螺杆压缩机的排气口相连的排气管道。

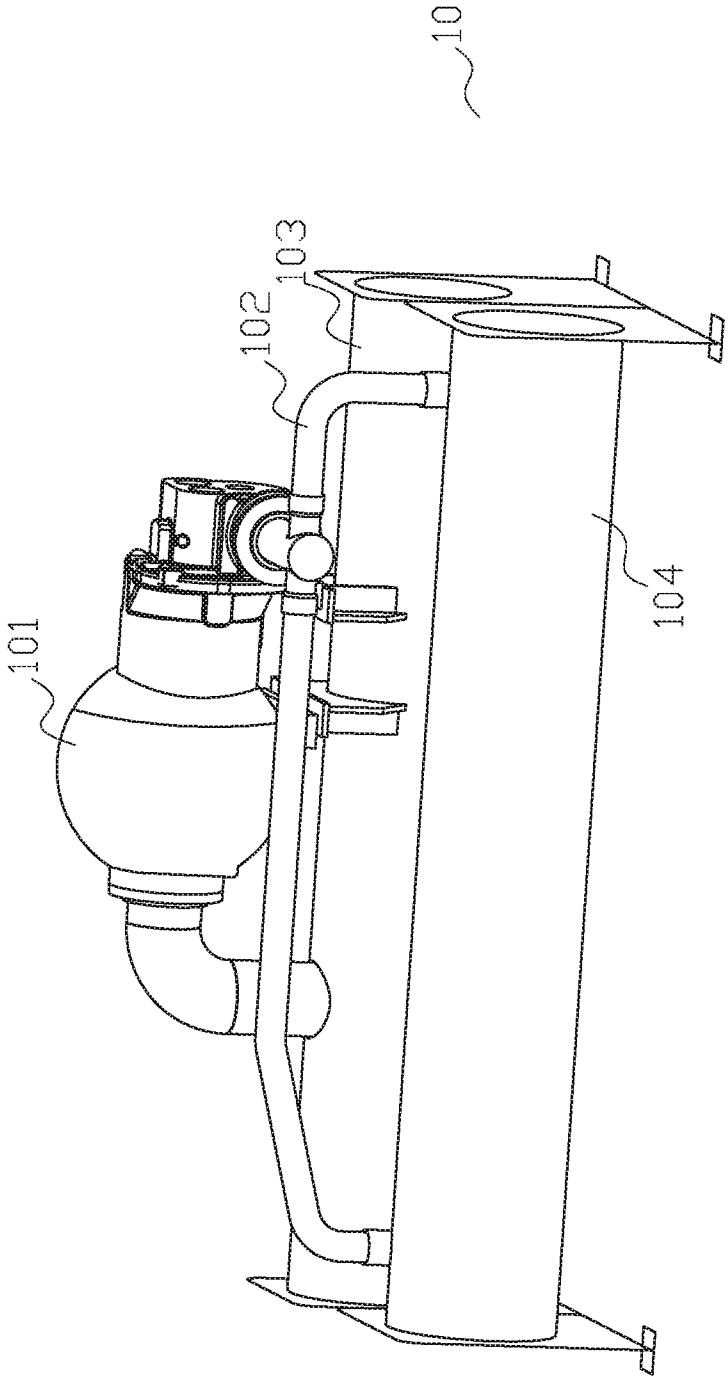


图1

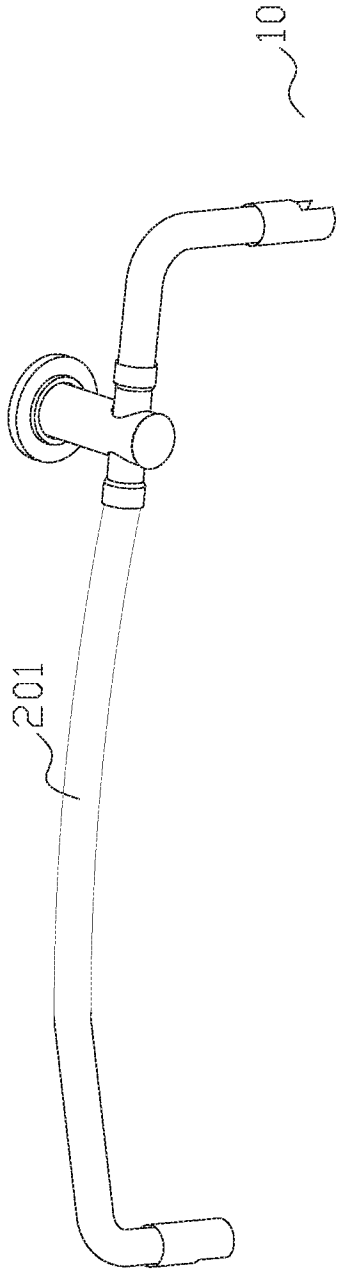
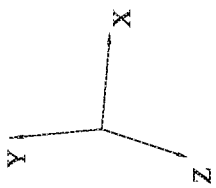


图2A



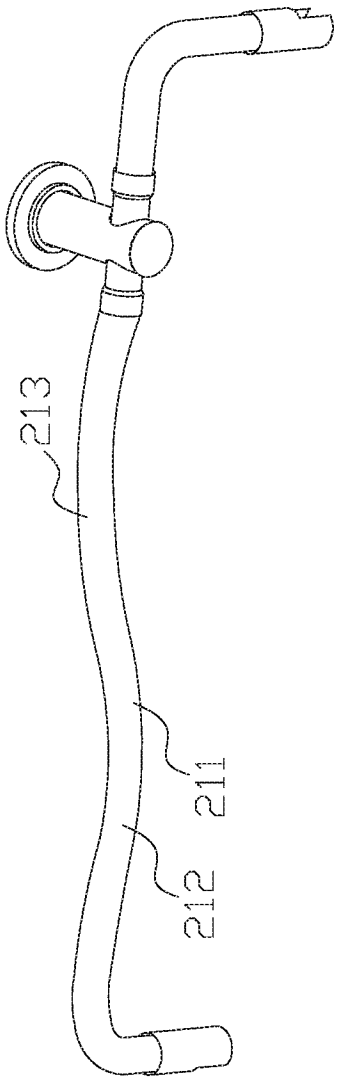
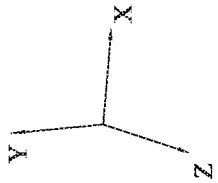
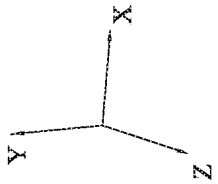


图2B





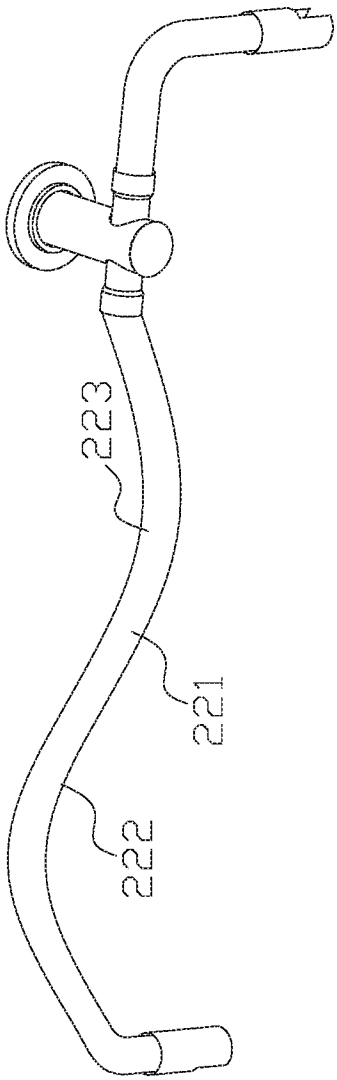


图2C

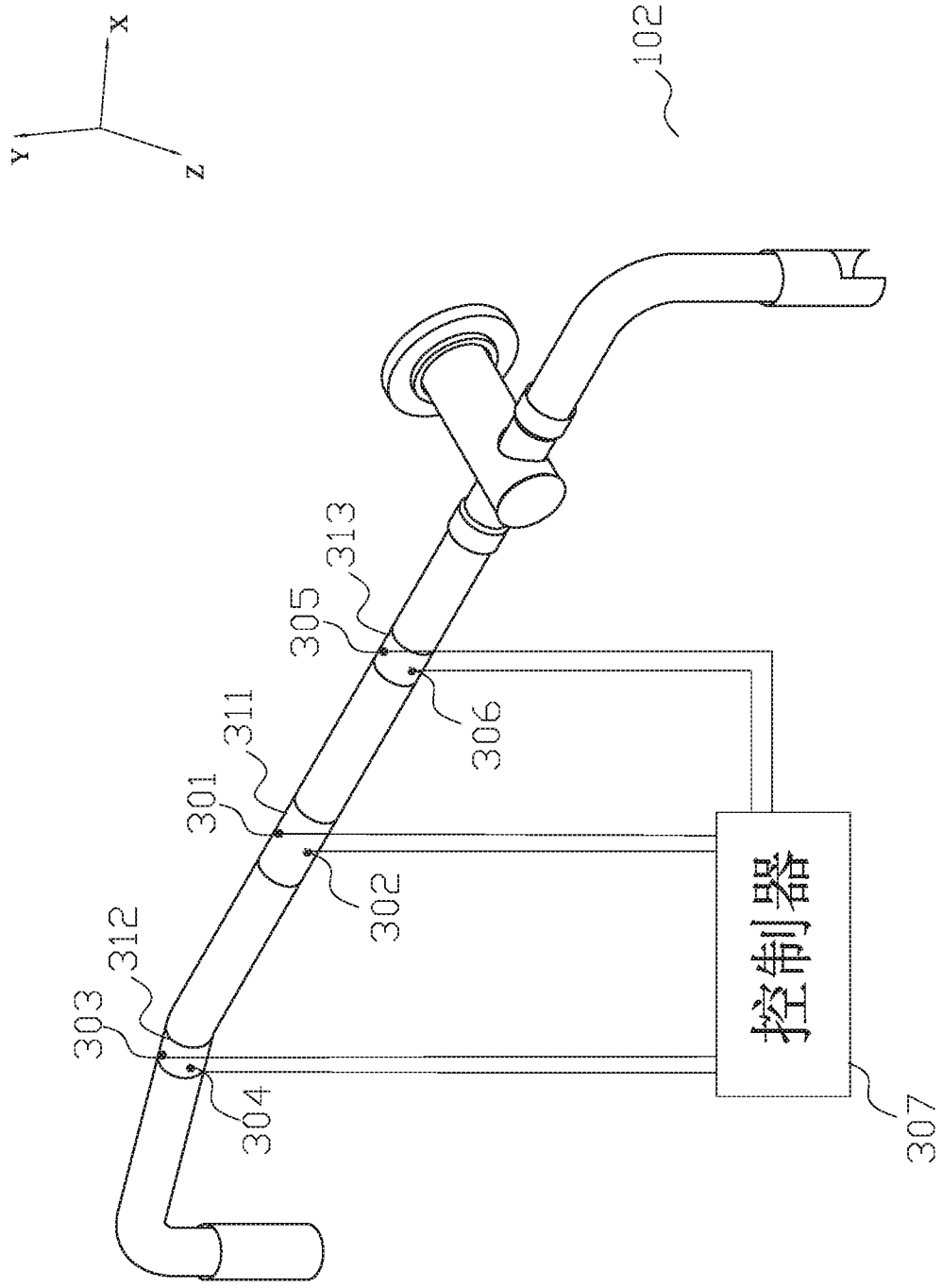


图3

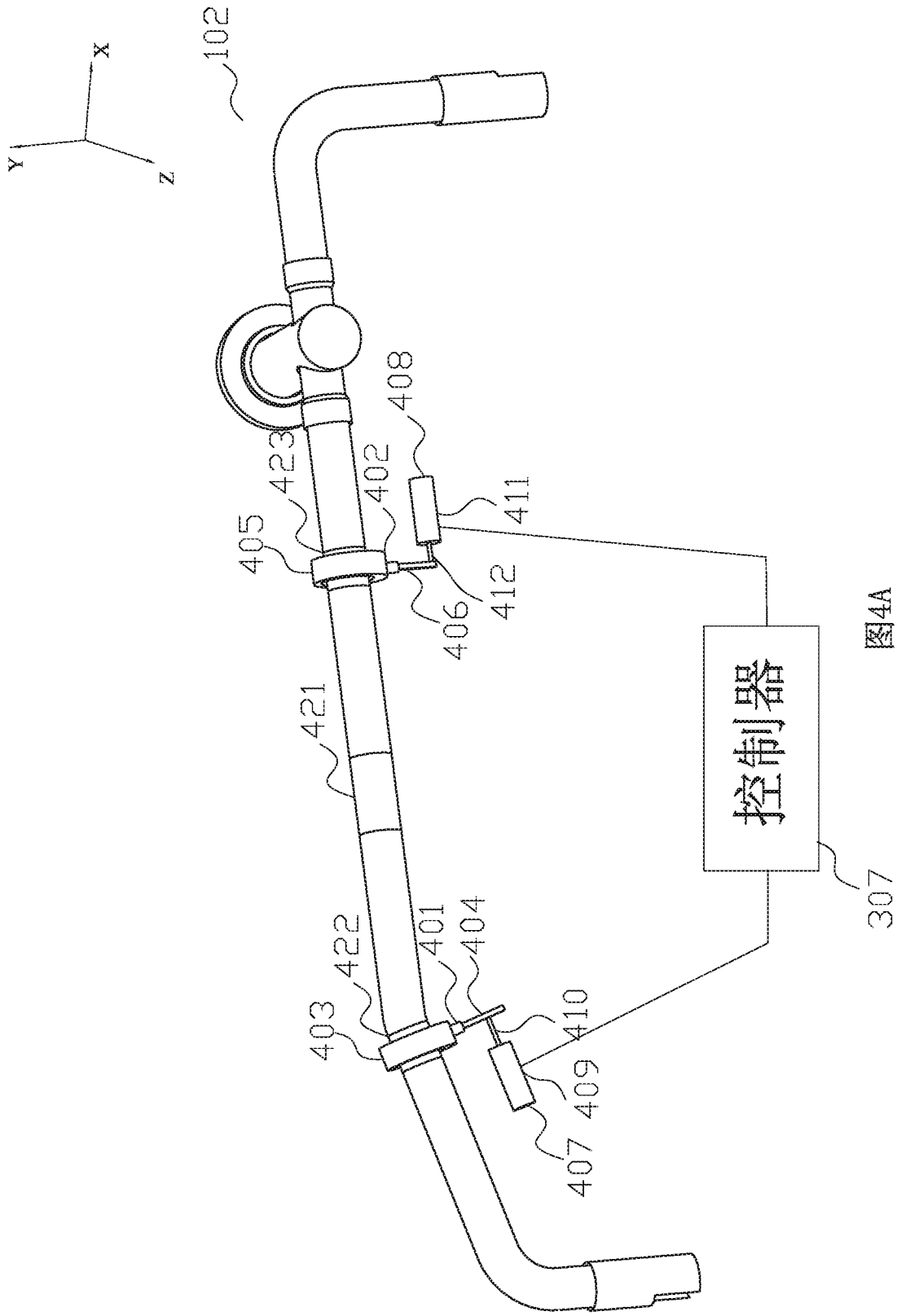

X
Y
Z
102
408
423
402
411
405
412
406
421
422
401
404
403
410
409
407
控制器
307

图4A

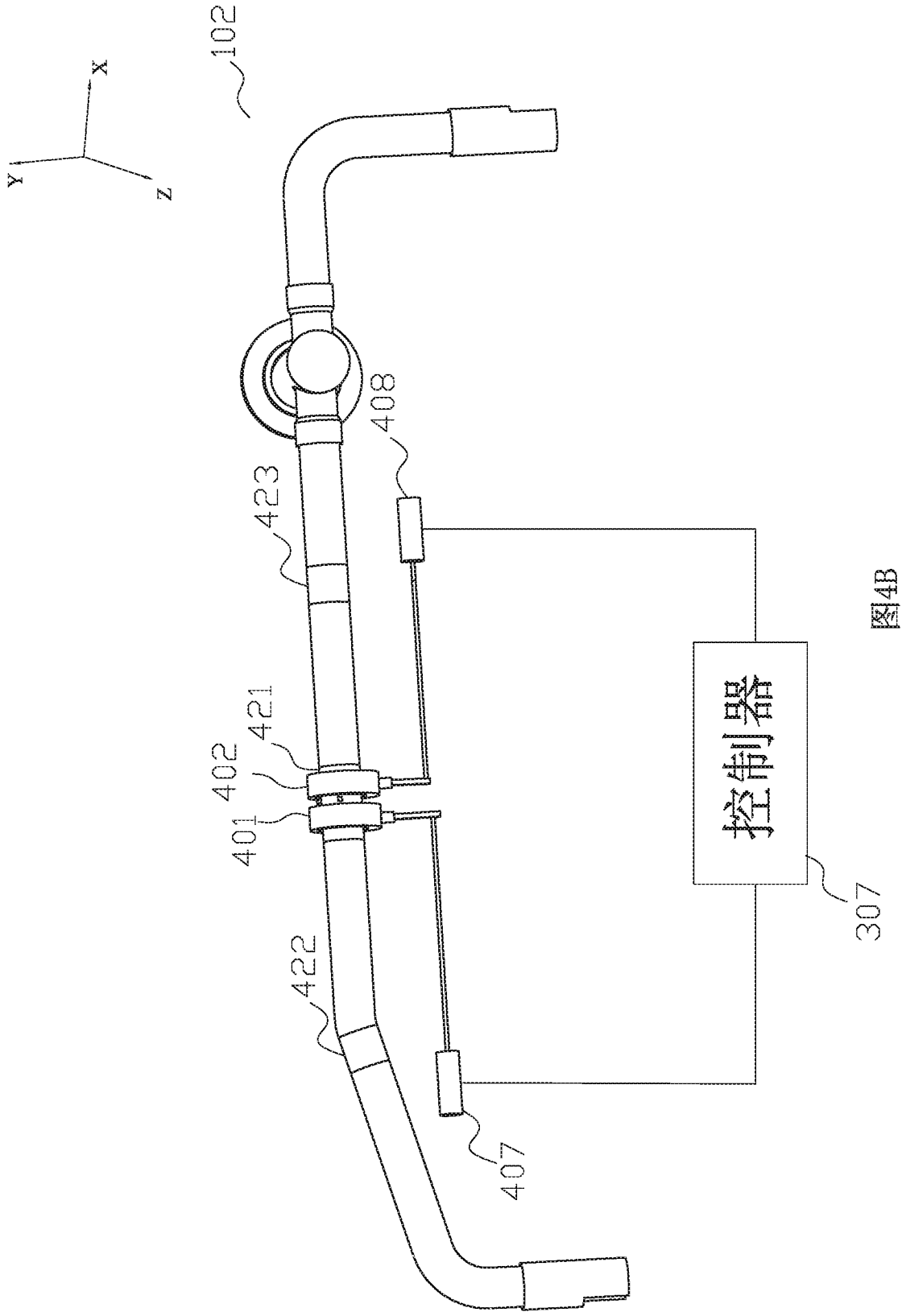


图4B

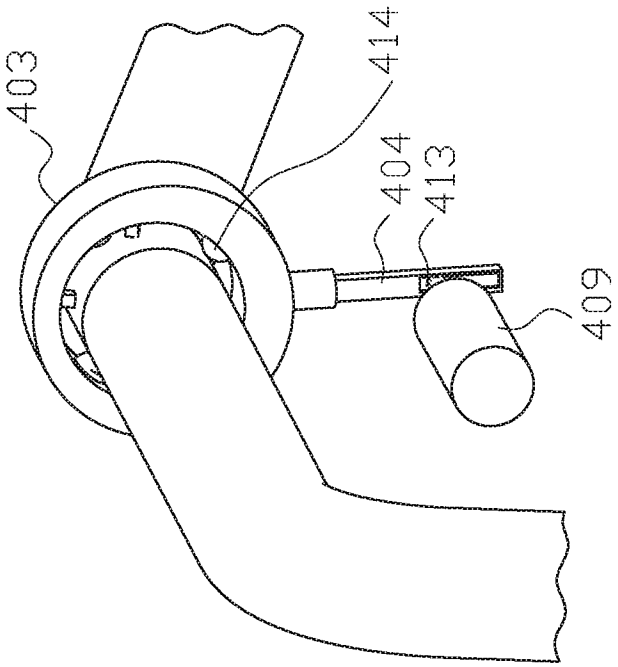


图4C

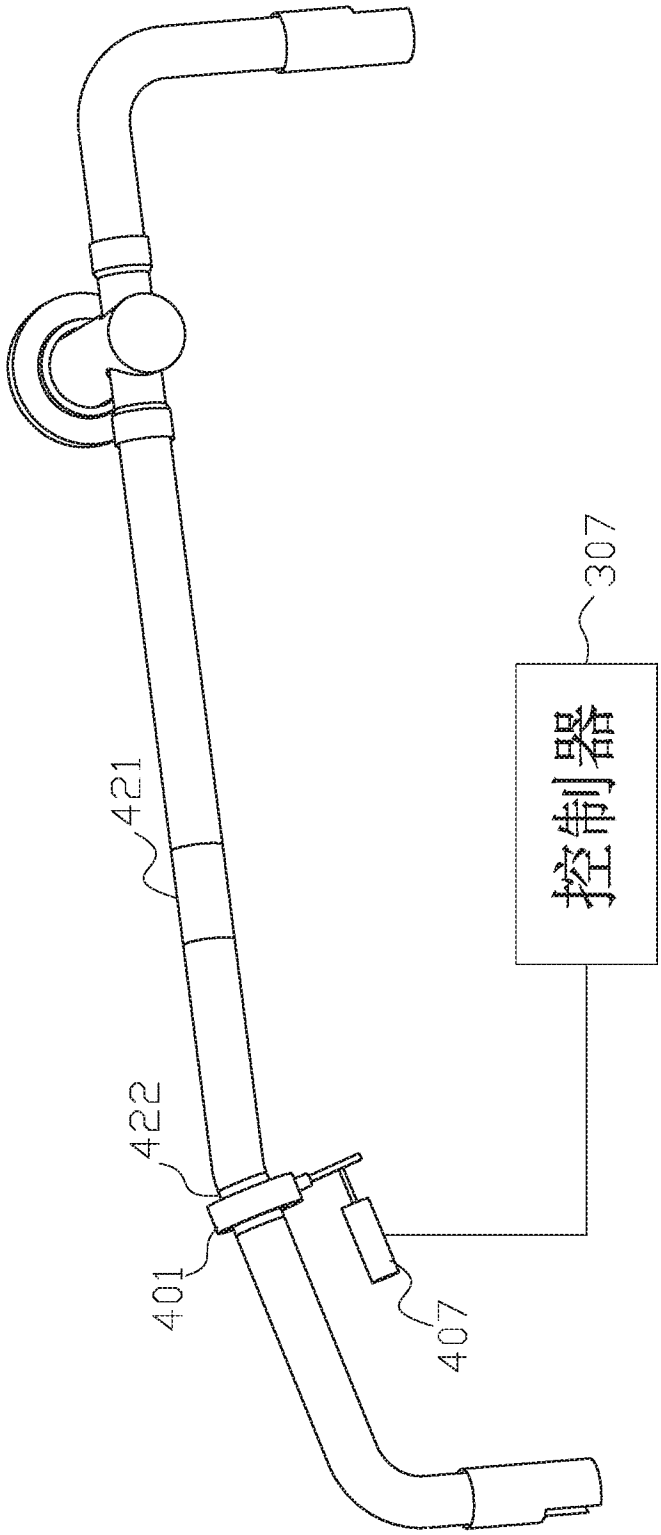


图5A

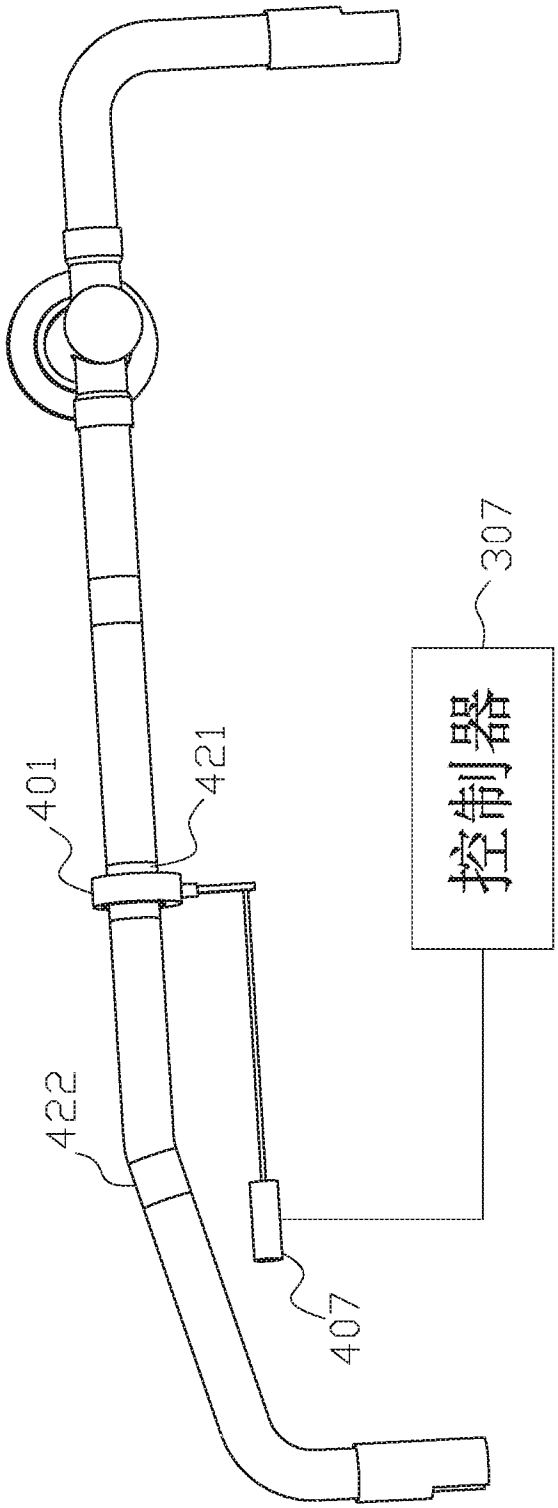


图5B

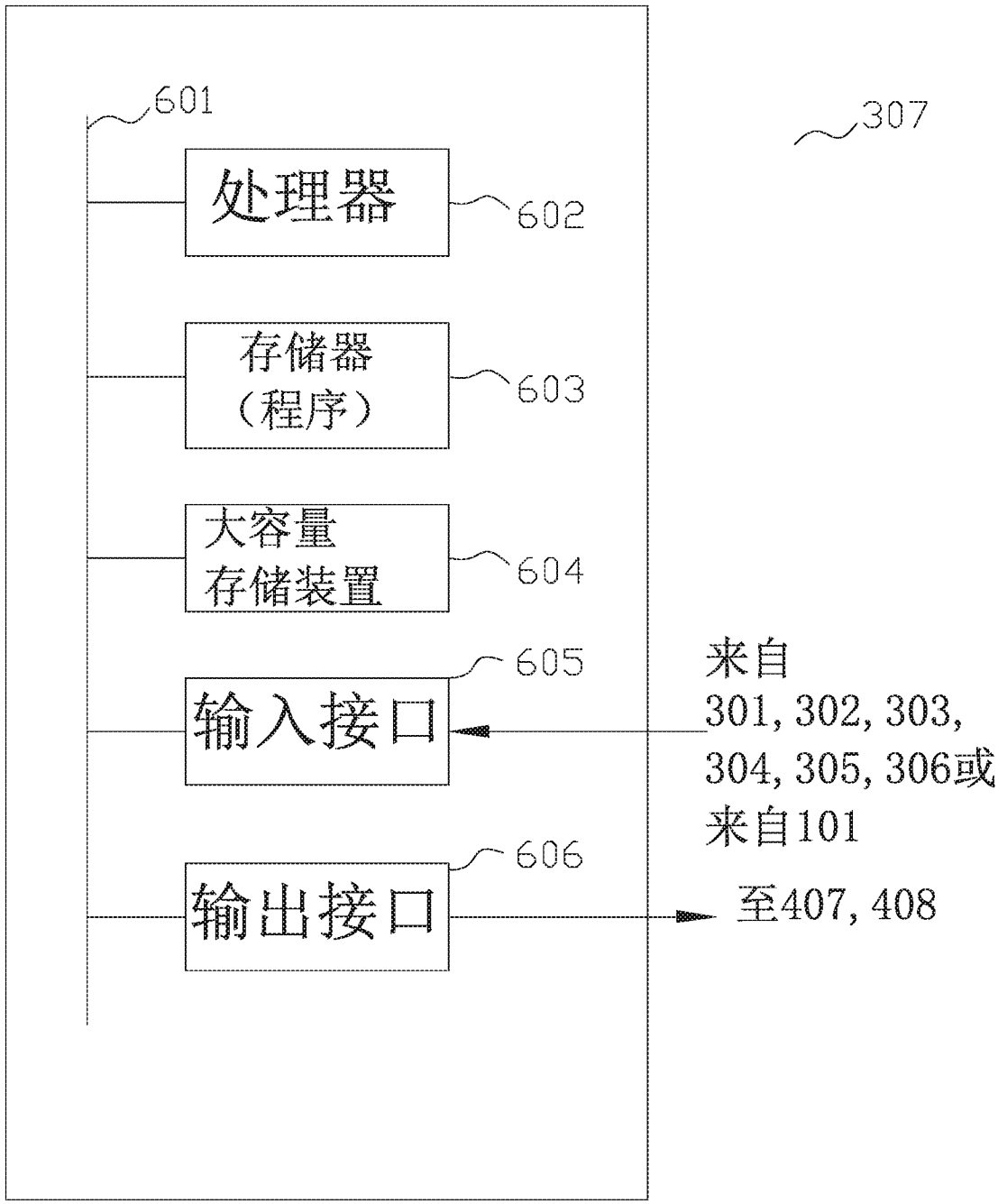

601
307
处理器
602
存储器
（程序）
603
大容量
存储装置
604
605
输入接口
来自
301, 302, 303,
304, 305, 306或
来自101
606
输出接口
至407, 408

图6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2022/117739

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F04C 28/00(2006.01)i; F04C 29/00(2006.01)i; F16F 15/10(2006.01)i; F16F 15/28(2006.01)i; F04C 18/16(2006.01)i; G05D 19/02(2006.01)i; F16F 15/02(2006.01)i; F16F 7/10(2006.01)i; F16C 29/04(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)

F04C28/-; F04C29/-; F16F15/-; F04C18/-; G05D19/-; F16F7/-; F16C29/-

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)

CNTXT, CNABS, CNKI, VEN, ENTXT: 螺杆压缩机, 减振, 配重, 质量块, 电机, 控制器, 马达, 固有, 频率; 约克, 汤庆华; compressor, reduc+, decreas+, anti, vibration, damp+, active mass damp+, motor, controller, processor, natural frequency

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 113982929 A (YORK (WUXI) AIR CONDITIONING AND REFRIGERATION EQUIPMENT CO., LTD. et al.) 28 January 2022 (2022-01-28) description, paragraphs [0031]-[0061], and figures 1-6	1-20
X	CN 113272573 A (ITT MANUFACTURING ENTERPRISES LLC) 17 August 2021 (2021-08-17) description, paragraphs [0018]-[0051], and figures 1-6	1-4, 19-20
Y	CN 113272573 A (ITT MANUFACTURING ENTERPRISES LLC) 17 August 2021 (2021-08-17) description, paragraphs [0018]-[0051], and figures 1-6	5-18
Y	CN 107525576 A (ANHUI JIANGHUAI AUTOMOBILE GROUP CO., LTD.) 29 December 2017 (2017-12-29) description, paragraphs 38-68, and figures 1-7	5-15
Y	CN 206268262 U (HELIPELLER GENERAL AIRCRAFT CO., LTD.) 20 June 2017 (2017-06-20) description, paragraphs [0020]-[0026], and figures 1-6	16-18
X	CN 203641393 U (HARBIN ENGINEERING UNIVERSITY) 11 June 2014 (2014-06-11) description, paragraphs [0017]-[0027], and figures 1-4	1-4, 16-20

☑ 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	Date of mailing of the international search report
18 October 2022	**08 November 2022**
Name and mailing address of the ISA/CN **China National Intellectual Property Administration (ISA/CN)** **No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088, China** Facsimile No. **(86-10)62019451**	Authorized officer Telephone No.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 103742591 A (BEIJING UNIVERSITY OF CHEMICAL TECHNOLOGY) 23 April 2014 (2014-04-23) description, paragraphs [0024]-[0028], and figures 1-5	1-4, 19-20
X	CN 112922781 A (SINOMA WIND POWER BLADE CO., LTD.) 08 June 2021 (2021-06-08) description, paragraphs [0053]-[0096], and figures 1-4	1-4, 19-20
X	JP 2007170635 A (AISIN SEIKI CO., LTD.) 05 July 2007 (2007-07-05) entire document	1-4
A	CN 110674560 A (CHONGQING MIDEA GENERAL REFRIGERATION EQUIPMENT CO., LTD.) 10 January 2020 (2020-01-10) description, paragraphs 52-118, and figures 1-12	1-20
A	CN 105386978 A (ZHUHAI GREE ELECTRIC APPLIANCES INC.) 09 March 2016 (2016-03-09) description, paragraphs [0032]-[0041], and figures 1-6	1-20
A	CN 205244238 U (CHONGQING JIANSHE MOTORCYCLE CO., LTD.) 18 May 2016 (2016-05-18) entire document	1-20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2022/117739

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	113982929	A	28 January 2022	None			
CN	113272573	A	17 August 2021	EP	3891412	A1	13 October 2021
				CA	3122367	A1	11 June 2020
				JP	2022511556	A	31 January 2022
				KR	20210089786	A	16 July 2021
				WO	2020118129	A1	11 June 2020
				US	2020182323	A1	11 June 2020
				US	11408480	B2	09 August 2022
CN	107525576	A	29 December 2017	CN	107525576	B	24 September 2019
CN	206268262	U	20 June 2017	None			
CN	203641393	U	11 June 2014	CN	103629299	A	12 March 2014
CN	103742591	A	23 April 2014	CN	103742591	B	13 January 2016
CN	112922781	A	08 June 2021	None			
JP	2007170635	A	05 July 2007	JP	5041199	B2	03 October 2012
CN	110674560	A	10 January 2020	WO	2021056977	A1	01 April 2021
CN	105386978	A	09 March 2016	EP	3385540	A1	10 October 2018
				WO	2017092524	A1	08 June 2017
				US	2018298906	A1	18 October 2018
CN	205244238	U	18 May 2016	None			

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2022/117739

A. 主题的分类

F04C 28/00(2006.01)i; F04C 29/00(2006.01)i; F16F 15/10(2006.01)i; F16F 15/28(2006.01)i; F04C 18/16(2006.01)i; G05D 19/02(2006.01)i; F16F 15/02(2006.01)i; F16F 7/10(2006.01)i; F16C 29/04(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)

F04C28/-; F04C29/-; F16F15/-; F04C18/-; G05D19/-; F16F7/-; F16C29/-

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）)

CNTXT,CNABS,CNKI,VEN,ENTXT:螺杆压缩机，减振，配重，质量块，电机，控制器，马达，固有，频率；约克，汤庆华; compressor,reduc+,decreas+,anti,vibration,damp+,active mass damp+,motor,controller,processor, natural frequency

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
PX	CN 113982929 A (约克无锡空调冷冻设备有限公司 等) 2022年1月28日 (2022-01-28) 说明书第[0031]-[0061]，图1-6	1-20
X	CN 113272573 A (ITT制造企业有限责任公司) 2021年8月17日 (2021-08-17) 说明书第[0018]-[0051]段，图1-6	1-4，19-20
Y	CN 113272573 A (ITT制造企业有限责任公司) 2021年8月17日 (2021-08-17) 说明书第[0018]-[0051]段，图1-6	5-18
Y	CN 107525576 A (安徽江淮汽车集团股份有限公司) 2017年12月29日 (2017-12-29) 说明书第38-68段，图1-7	5-15
Y	CN 206268262 U (瀚伦贝尔通用航空器有限公司) 2017年6月20日 (2017-06-20) 说明书第[0020]-[0026]段，图1-6	16-18
X	CN 203641393 U (哈尔滨工程大学) 2014年6月11日 (2014-06-11) 说明书第[0017]-[0027]段，图1-4	1-4，16-20
X	CN 103742591 A (北京化工大学) 2014年4月23日 (2014-04-23) 说明书第[0024]-[0028]段，图1-5	1-4，19-20

☑ 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" 在国际申请日的当天或之后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	国际检索报告邮寄日期
2022年10月18日	2022年11月8日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局(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 冯季 电话号码 (86-28) 62967313

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2022/117739

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
X	CN 112922781 A（中材科技风电叶片股份有限公司）2021年6月8日（2021-06-08） 说明书第[0053]-[0096]段，图1-4	1-4，19-20
X	JP 2007170635 A（AISIN SEIKI）2007年7月5日（2007-07-05） 全文	1-4
A	CN 110674560 A（重庆美的通用制冷设备有限公司）2020年1月10日（2020-01-10） 说明书第52-118段，图1-12	1-20
A	CN 105386978 A（珠海格力电器股份有限公司）2016年3月9日（2016-03-09） 说明书第[0032]-[0041]段，图1-6	1-20
A	CN 205244238 U（重庆建设摩托车股份有限公司）2016年5月18日（2016-05-18） 全文	1-20

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2022/117739

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	113982929	A	2022年1月28日	无			
CN	113272573	A	2021年8月17日	EP	3891412	A1	2021年10月13日
				CA	3122367	A1	2020年6月11日
				JP	2022511556	A	2022年1月31日
				KR	20210089786	A	2021年7月16日
				WO	2020118129	A1	2020年6月11日
				US	2020182323	A1	2020年6月11日
				US	11408480	B2	2022年8月9日
CN	107525576	A	2017年12月29日	CN	107525576	B	2019年9月24日
CN	206268262	U	2017年6月20日	无			
CN	203641393	U	2014年6月11日	CN	103629299	A	2014年3月12日
CN	103742591	A	2014年4月23日	CN	103742591	B	2016年1月13日
CN	112922781	A	2021年6月8日	无			
JP	2007170635	A	2007年7月5日	JP	5041199	B2	2012年10月3日
CN	110674560	A	2020年1月10日	WO	2021056977	A1	2021年4月1日
CN	105386978	A	2016年3月9日	EP	3385540	A1	2018年10月10日
				WO	2017092524	A1	2017年6月8日
				US	2018298906	A1	2018年10月18日
CN	205244238	U	2016年5月18日	无			