

(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
2020 年 8 月 6 日 (06.08.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/155633 A1

(51) 国际专利分类号:
E01D 19/00 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2019/105642

(22) 国际申请日: 2019 年 9 月 12 日 (12.09.2019)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201910103487.9 2019 年 2 月 1 日 (01.02.2019) CN

(71) 申请人: 青岛理工大学 (QINGDAO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国山东省青岛市市北区抚顺路 11 号, Shandong 266033 (CN)。

(72) 发明人: 张春巍 (ZHANG, Chunwei); 中国山东省青岛市市北区抚顺路 11 号, Shandong 266033 (CN)。
王昊 (WANG, Hao); 中国山东省青岛市市北区抚顺路 11 号, Shandong 266033 (CN)。

(74) 代理人: 深圳市韦恩肯知识产权代理有限公司 (WAYNE INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY CO., LTD.); 中国广东省深圳市宝安区前进二路智汇创新中心 A 座 715 室黄昌平, Guangdong 518126 (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, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(54) Title: COMBINED TORSIONAL VIBRATION CONTROL SYSTEM FOR BRIDGE

(54) 发明名称: 复合式桥梁扭转振动控制系统

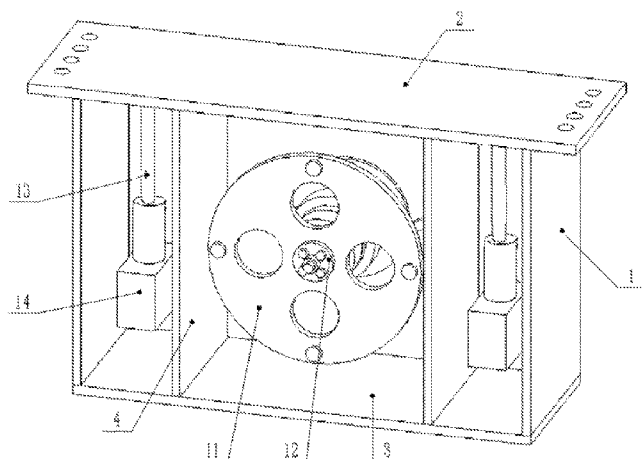


图 1

(57) Abstract: The present invention relates to the field of vibration suppression systems, and more particularly, relates to a combined torsional vibration control system for a bridge, comprising: an enclosure body; an active control module; and two passive control modules. The enclosure body mainly comprises side plates, a top plate, a base plate, two vertical partitions, a cover plate and a main force transmission plate. The active control module comprises an installation base, a driving device, a speed changer, a rotary shaft, a rotational inertia disc and a flange. The passive control module comprises a suspension damper and a mass block. In the present invention, rotation of a rotational inertia disc of a system is controlled according to actual movement of a structure, thereby providing an appropriate force to act upon a bridge to achieve vibration control. The system of the present invention also employs passive control modules that cooperate with an active control module to form a combined control system capable of favorably controlling translational and torsional vibrations of a bridge.

(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))。

(57) 摘要: 本发明涉及系统中振动的抑制领域, 具体而言, 涉及一种复合式桥梁扭转振动控制系统, 其包括封装机体、主动控制模块以及两个被动控制模块; 封装机体主要包括侧板、顶板、底板、两个竖向隔板、盖板以及主传力板; 主动控制模块包括安装座、驱动器、变速器、转轴、转动惯量盘、以及法兰; 被动控制模块包括悬吊阻尼器和质量块; 本发明可以通过结构的实际运动情况, 控制系统的转动惯量旋转, 从而提供合适的作用于受控桥梁上的力, 达到振动控制的目的, 同时本系统还搭配被动控制模块来配合主动控制模块, 组合形成一套复合式的, 既可以对桥梁平面振动, 又可以对桥梁扭转摆振产生良好控制效果的控制系统。

复合式桥梁扭转振动控制系统

技术领域

本发明涉及系统中振动的抑制领域，具体而言，涉及一种复合式桥梁扭转振动控制系统。

背景技术

近年来，随着经济的发展和社会的进步，人们对生活空间的要求也不断提高，国家在基础设施方面的投入不断增大。国家在土木工程的投入越来越大，高速公路、铁路、桥梁、高层建筑、大跨度空间结构等不断兴建。除此之外，人们还探索开发更广阔的空间，向“深海”、“深空”探索，海洋平台、宇宙空间站等结构也发展迅速。这些空间结构，在施工以及后期运行使用过程中，都不可避免地受到各种荷载的作用，包括静荷载和动荷载。在结构的使用过程中，对结构影响较大的往往是动载作用，如地震、风、浪、流、冰、爆炸等，结构在这些动力荷载的作用下会产生振动，一般情况下会引起疲劳与可靠性问题，严重时会造成结构的破坏失效，造成人员伤亡及财产损失。结构在使用过程中，遭受动载作用后，如地震作用，结构产生倒塌破坏，无法继续使用，或者即使结构没有倒塌，但其内部的设备设施、装饰装修、安装系统受到破坏之后也无法继续使用，甚至造成次生灾害，这给使用人员造成了巨大的安全威胁和经济财产损失。

另一方面，随着经济的发展和技术的不断进步，人们对结构的要求已不再仅仅局限于可用，还在结构安全性、耐久性等方面提出了更高的要求。人们在结构的使用过程中，结构物不仅需要确保人们的生命安全，还需要满足人们对舒适度等方面的要求。如，高层结构在风荷载作用下，会产生振动，在没有减隔震措施的情况下，处于高层的使用者会感到结构物的晃动，风力较大的情况下，结构物内部的设备设施甚至会受到由结构物振动引起的破坏，这不仅无法满足人们对结构物的舒适要求，也对经济财产造成威胁。

为了解决由结构物振动引起的各种问题，消除或减轻由外部荷载引起的振动，振动控制技术近年来得到了迅速的发展。不仅是在土木工程领域，振动控制在航空航天、汽车、机械、海洋工程、军事工程等领域也是热点方向。

对于土木工程结构，在结构中恰当地安全振动控制系统能够有效地减轻结构的动力响应，减轻结构的破坏或者疲劳损伤，从而满足人们对结构的安全、舒适等需求，达到安全性、经济性、可靠性的合理平衡。大量研究表明，振动控制技术在土木工程的应用具有显著的效果和重要的意义，不仅可以防止或减轻结构的破坏，提高结构的防灾性能，保证人们的生命财产安全，还可以延长结构寿命，降低结构的维护成本，极大限度的满足人们对结构在极端条件下的舒适度要求。

土木工程结构振动控制技术主要分为以下四个方面：主动控制、被动控制、半主动控制以及混合控制。其中，被动控制技术的研究已经较为成熟，其中用于被动调谐吸能的装置主要包括调谐质量阻尼器和调谐液体阻尼器等，已经在诸多土木工程结构中得到了应用。TMD 控制的原理是通过调整子结构即阻尼器的频率与主结构即受控结构一致或相近，使子结构与主结构共振，通过子结构内部阻尼机制耗散主结构振动能量，从而消减主结构动力响应，达到振动控制的目的。大量的研究和实际应用已经表明，例如：美国波士顿 60 层的 John Hancock 大楼、马来西亚吉隆坡的双子塔、中国台北 101 大楼均安装了 TMD 振动控制系统，通过后期的应用证明了被动控制 TMD 系统具有稳定、良好的控制效果。

结构的运动形式具有复杂多样的特性，通常由平动以及扭转摆动组合而成。然而采用 TMD 系统控制悬吊质量体系摆动问题时发现：当结构悬挂方向与其摆振运动方向一致时，无论是在初始偏移还是简谐荷载激励输入下，TMD 系统都能发挥有效的控制作用；当把 TMD 系统用于结构另一个方向摆振控制即当结构悬挂方向与其摆振运动方向相互垂直时，无论怎样调整系统参数(如结构摆长、控制系统位置等)，TMD 系统始终无法工作。经过大量的理论分析和试验探索，提出了平动 TMD 控制系统只能控制结构的平动运动而对回转摆振控制无效的结论。经过学者的研究表明，其根本原因在于此时 TMD、TLD 等被动控制系统处于离心状态而失去作用，系统质量块(或 TLD 水箱中的水)根本不运动，甚至主动质量阻尼器/驱动器(英文名 Active Mass Damper/Driver, AMD)控制系统主动控制力因需要克服质量块重力分量而使其控制效率大大折扣。然而具有回转摆振运动特性的结构运动形式极为常见，如：大跨度桥梁的风致颤振；悬吊结构的摆动；不规则建筑在风荷载作用下的扭转摆振；海洋平台在海浪、

风、冰等耦合作用下的扭转摆振等。因此需要设计一种特殊的结构振动/运动控制系统，使其可以自动克服(或摆脱)重力场对控制系统自身的影响(离心力作用)，或者使控制系统自身的工作/运动规律与重力场解耦，系统自振不受重力影响，以上两个方面均可以达到使控制系统充分运动起来的目的，从而发挥控制系统对结构运动/振动的有效控制作用。

综上所述，现有的结构振动控制装置/系统在土木工程领域的应用具有不可或缺的作用，并且对保障结构使用者的生命和财产具有非常重要的意义。但是现有的结构振动控制装置/系统主要表现出以下几方面的不足：第一，平动TMD控制装置只能控制结构的平动运动而对回转摆振控制无效；第二，平动AMD控制装置虽然可以控制回转摆振，但是控制效率极低，无法满足使用要求；第三，被动转动惯量调谐阻尼器对回转摆振运动控制有效，但是其需要针对结构自身进行复杂的调频，对某些复杂结构控制效率较低，效果不佳，存在鲁棒性低，可控性低，适用范围小等缺点。以上不足，导致现有的桥梁振动控制装置无法很好的解决桥梁风致颤振等振动问题，尤其是当桥梁发生平动及扭转复合振动形势时，现有的振动控制装置无法满足振动控制的需求。

本发明就是在这样的背景下产生的。

发明内容

本发明可以通过结构的实际运动情况，控制系统的转动惯量盘回转运动，从而提供合适的作用于受控桥梁上的力，达到振动控制的目的。同时本系统还搭配被动控制模块来配合主动控制模块，组合形成一套复合式的，既可以对桥梁竖向振动，又可以对桥面扭转摆振产生良好控制效果的控制系统。

一般桥梁不发生较大响应情况下，系统作为普通被动控制装置，被动控制模块的悬吊质量块和弹性阻尼装置发挥控制作用；当桥梁受到外部较强的激励作用，发生被动控制已经无法满足要求的响应时，控制系统可以通过桥梁实际运动情况，被动控制单元以及主动控制模块共同发挥作用，从而提供合适的作用于桥梁上的控制力，既可以控制平动振动形式也可以控制扭转摆振振动形式，达到振动控制的目的。

该系统通过运算使得作用于桥梁的力恰当，保证了控制效果和控制代价的平衡关系，实现了较高的控制效率。该系统可以应用到以下但不限于以下的力

学问题基本原型运动模型中：大跨度桥梁的振动；单摆结构的自由摆动；受约束倒立摆结构的振动；刚体绕空间任意轴的定轴转动等。

本发明的主要目的在于提供一种复合式桥梁扭转振动控制系统，以解决现有技术中平动 TMD 对回转摆振运动控制失效；平动 AMD 控制效率低、效果较差；被动调谐转动惯量阻尼器控制适用鲁棒性低、调频技术复杂、适用范围小的问题。

为了实现上述目的，本发明采用以下的技术方案：

一种复合式桥梁扭转振动控制系统，其包括封装机体、主动控制模块以及两个被动控制模块；

封装机体主要包括侧板、顶板、底板、两个竖向隔板、盖板以及主传力板；顶板上设有固定孔，顶板和底板平行，两侧分别用侧板连接，主传力板和盖板分别安装在前后两侧，形成一个封闭的盒装腔体，竖向隔板的上下端连接顶板和底板，将盒装腔体分割成三个腔室；

主动控制模块位于中间腔室，主动控制模块包括安装座、驱动器、变速器、转轴、转动惯量盘、以及法兰；安装座固定在主传力板上，安装座上固定驱动器，驱动器输出端与变速器连接，变速器输出端连接转轴，转轴上通过法兰固定有转动惯量盘；

被动控制模块分别安装在两侧腔室中，被动控制模块包括弹性阻尼装置和质量块；质量块连接在弹性阻尼装置的端部，所述弹性阻尼装置包括外套筒、高强弹簧、连杆、油封、缓冲块、活塞阀以及底阀；连杆固定在顶板上，连杆末端安装有缓冲块以及活塞阀，缓冲块和活塞阀上带有若干通孔，缓冲块以及活塞阀与外套筒配合安装，外套筒的顶部安装有油封，底部安装有底阀，连杆外侧安装有高强弹簧，高强弹簧一端固定在顶板上，另一端连接在外套筒顶部；外套筒下端连接质量块，质量块带动外套筒沿着连杆上下运动；

被控桥梁结构上安装有传感器；用于检测被控桥梁结构的运动数据；

驱动器底部安装有光电编码器，驱动器与减速器、光电编码器同轴相连。

进一步的，油封与缓冲块、缓冲块与活塞阀、活塞阀与底阀之间形成的腔室内充满阻尼液。

进一步的，驱动器外还安装有驱动器支架，驱动器支架包括固定圆环以及若干支腿，支腿安装在固定圆环上，固定圆环固定在驱动器上，支腿固定在主传力板上。

进一步的，所述主动控制单元的驱动器为步进电机或者伺服电机。

进一步的，所述变速器通常为减速器。

进一步的，所述转动惯量盘为一定质量的圆盘或圆环，驱动器的输出轴与转动惯量盘垂直连接。

进一步的，还包括控制器，控制器分别与驱动器、传感器以及安装在驱动器末端的编码器连接。

本发明具有以下有益效果：

(1) 本发明结合平动控制和扭转摆振控制技术，使得控制系统可以安装在受控桥面下侧，发挥平动及转动双重控制效果；

(2) 本发明结合主动和被动控制技术，将悬吊形式的 TMD 以及转动惯量驱动控制装置的优点结合起来，利用多个单元相配合的模式，最大程度的保证了控制的效果，控制力可控，可以根据需要仅通过调整系统控制算法以实现不同的控制效果；

(3) 该系统采用驱动器，实现控制力的输出，无需进行复杂的调频设计过程，同时也摆脱了由于调频的技术限制而无法实现控制的问题，适用范围更广；

(4) 该系统具有更大的鲁棒性，不受结构形式变化以及外部荷载作用的变化而使控制效果受到过大影响。

附图说明

图 1 是本发明整体结构立体图；

图 2 是本发明整体结构俯视图；

图 3 是弹性阻尼装置结构示意图；

其中，上述附图包括以下附图标记：1、侧板；2、顶板；3、底板；4、竖向隔板；5、盖板；6、主传力板；7、安装座；8、驱动器；9、变速器；10、转轴；11、转动惯量盘；12、法兰；13、弹性阻尼装置；131、外套筒；132、高强弹簧；133、连杆；134、油封；135、缓冲块；136、活塞阀；137、底阀；14、质量块；15、驱动器支架。

具体实施方式

下面结合附图对本发明作进一步说明。

如图 1-3 所示，本发明所述的复合式桥梁扭转振动控制系统包括封装机体、主动控制模块以及两个被动控制模块；

封装机体主要包括侧板 1、顶板 2、底板 3、两个竖向隔板 4、盖板 5 以及主传力板 6；顶板上设有固定孔 21，顶板和底板平行，两侧分别用侧板连接，主传力板和盖板分别安装在前后两侧，形成一个封闭的盒装腔体，竖向隔板的上下端连接顶板和底板，将盒装腔体分割成三个腔室，封装机体是主动控制模块以及被动控制模块的载体，与被控桥梁的桥面下侧连接。

主动控制模块位于中间腔室，主动控制模块包括安装座 7、驱动器 8、变速器 9、转轴 10、转动惯量盘 11、以及法兰 12；安装座固定在主传力板上，安装座上固定驱动器，驱动器输出端与变速器连接，变速器输出端连接转轴，转轴上通过法兰固定有转动惯量盘；

驱动器底部安装有光电编码器，驱动器与减速器、光电编码器同轴相连，驱动器外还安装有驱动器支架 15，驱动器支架包括固定圆环以及若干支腿，支腿安装在固定圆环上，固定圆环固定在驱动器上，支腿固定在主传力板上，更好的支撑驱动器以及整个主动控制模块，驱动器为步进电机或者伺服电机。

由于本发明所需求的不是高转速输出而是力的输出，变速器通常为减速器，以减小转速满足力的输出。

转动惯量盘所在平面与桥面垂直，两个被动控制模块也与桥面垂直，转动惯量盘为一定质量的圆盘或圆环，材料通常为金属材料或者密度较高的其他材料，驱动器的输出轴与转动惯量盘垂直连接。

被动控制模块分别安装在两侧腔室中，被动控制模块包括弹性阻尼装置 13 和质量块 14；质量块连接在弹性阻尼装置的端部，所述弹性阻尼装置包括外套筒 131、高强弹簧 132、连杆 133、油封 134、缓冲块 135、活塞阀 136 以及底阀 137；连杆固定在顶板上，连杆末端安装有缓冲块以及活塞阀，缓冲块和活塞阀上带有若干通孔，缓冲块以及活塞阀与外套筒配合安装，外套筒的顶部安装有油封，底部安装有底阀，连杆外侧安装有高强弹簧，高强弹簧一端固定在顶板上，另一端连接在外套筒顶部；外套筒下端连接质量块，质量块带动外套

筒沿着连杆上下运动；油封与缓冲块、缓冲块与活塞阀、活塞阀与底阀之间形成的腔室内充满阻尼液。

主动控制模块中的转动惯量盘和被动控制模块中弹性阻尼装置均与被控桥梁的桥面垂直。

本发明所述的复合式桥梁扭转振动控制系统还包括控制器，控制器分别与驱动器、传感器以及安装在驱动器末端的编码器连接。控制器接收安装在驱动器末端的编码器以及安装在被控结构上的传感器的信号，并传递控制信号给驱动器，对转动惯量盘的回转摆振状态加以控制。

本发明的使用过程如下所述：

一般桥梁不发生较大响应情况下，系统作为被动控制装置，悬吊的质量块和弹性阻尼装置发挥控制作用；在高强弹簧的作用下，桥面发生竖向振动，被动装置发挥作用，质量块带动外套筒沿着连杆上下振动，振动过程中，缓冲块和活塞阀在外套筒内壁做简谐运动，缓冲块和活塞阀上带有通孔，阻尼液在振动的过程中进入到不同的腔室中，阻尼液对活塞、缓冲块的运动产生阻碍运动，降低它们发生往复运动的频率，从而耗能逐渐减小桥面直至消除振动，因此，较小的振动幅度就可以为被控桥梁结构的振动响应带来比较好的抑制效果，外套筒底部的底阀可以减小桥面竖向振动强烈时外套筒对连杆底部的撞击，保护装置不受损坏。

当桥梁受到外部较强的激励作用，发生被动控制已经无法满足要求的响应时，控制系统可以通过桥梁实际运动情况，被动控制模块以及主动控制模块共同发挥作用，从而提供合适的作用于桥梁上的控制力，既可以控制平动振动形式也可以控制扭转摆振振动形式，首先传感器采集被控桥梁结构的摆振运动状态，并把振动数据传送给控制器，控制器控制驱动器动作，驱动器可以根据实时测量的结构运动状态，控制转动惯量盘发生回转转动，转动惯量盘转动产生的作用力作用在主传力板上，进而传递给与被控桥梁，抑制被控桥面扭转。驱动器末端同轴安装有编码器，实时采集驱动器的转动情况，反馈给控制器，实现控制器与被控桥梁系统以及驱动器的闭环控制装置，通过实时采集被控桥梁结构的桥面扭转的幅度以及频率，实时更改驱动器控制的转动质量盘的转动，调节作用在被控桥梁结构上的控制力矩，调节驱动能源输出大小，控制结构的振动，保证较高的控制效率，达到振动控制的目的。

被动控制模块主要对桥面的竖向振动起作用，在被控桥梁发生扭转时，因为扭转过程中也伴有小幅度的竖向位移，因此被动控制模块在此时也会对桥梁扭转起到相应的辅助控制作用。

当然，上述内容仅为本发明的较佳实施例，不能被认为用于限定对本发明的实施例范围。本发明也并不仅限于上述举例，本技术领域的普通技术人员在本发明的实质范围内所做出的均等变化与改进等，均应归属于本发明的专利涵盖范围内。

权利要求书

1、一种复合式桥梁扭转振动控制系统，其特征在于，包括封装机体、主动控制模块以及两个被动控制模块；

封装机体主要包括侧板（1）、顶板（2）、底板（3）、两个竖向隔板（4）、盖板（5）以及主传力板（6）；顶板（2）上设有固定孔（21），顶板（2）和底板（3）平行，两侧分别用侧板（1）连接，主传力板（6）和盖板（5）分别安装在前后两侧，形成一个封闭的盒装腔体，竖向隔板（4）的上下端连接顶板（2）和底板（3），将盒装腔体分割成三个腔室；

主动控制模块位于中间腔室，主动控制模块包括安装座（7）、驱动器（8）、变速器（9）、转轴（10）、转动惯量盘（11）、以及法兰（12）；安装座（7）固定在主传力板（6）上，安装座（7）上固定驱动器（8），驱动器（8）输出端与变速器（9）连接，变速器（9）输出端连接转轴（10），转轴（10）上通过法兰（12）固定有转动惯量盘（11）；

被动控制模块分别安装在两侧腔室中，被动控制模块包括弹性阻尼装置（13）和质量块（14）；质量块（14）连接在弹性阻尼装置（13）的端部，所述弹性阻尼装置（13）包括外套筒（131）、高强弹簧（132）、连杆（133）、油封（134）、缓冲块（135）、活塞阀（136）以及底阀（137）；连杆（133）固定在顶板（2）上，连杆（133）末端安装有缓冲块（135）以及活塞阀（136），缓冲块（135）和活塞阀（136）上带有若干通孔，缓冲块（135）以及活塞阀（136）与外套筒（131）配合安装，外套筒（131）的顶部安装有油封（134），底部安装有底阀（137），连杆（133）外侧安装有高强弹簧（132），高强弹簧（132）一端固定在顶板上，另一端连接在外套筒（131）顶部；外套筒（131）下端连接质量块（14），质量块（14）带动外套筒（131）沿着连杆上下运动；

被控桥梁上安装有传感器；用于检测被控桥梁的运动数据；

驱动器（8）末端安装有编码器，驱动器（8）与减速器、编码器同轴相连。

2、根据权利要求1所述的复合式桥梁扭转振动控制系统，其特征在于，油封（134）与缓冲块（135）、缓冲块（135）与活塞阀（136）、活塞阀（136）与底阀（137）之间形成的腔室内充满阻尼液。

3、根据权利要求1所述的复合式桥梁扭转振动控制系统，其特征在于，驱动器（8）外还安装有驱动器支架（15），驱动器支架（15）包括固定圆环以及

若干支腿，支腿安装在固定圆环上，固定圆环固定在驱动器上，支腿固定在主传力板（6）上。

4、根据权利要求 1 所述的复合式桥梁扭转振动控制系统，其特征在于，所述主动控制单元的驱动器（8）为步进电机或者伺服电机。

5、根据权利要求 1 所述的复合式桥梁扭转振动控制系统，其特征在于，所述变速器（9）通常为减速器。

6、根据权利要求 1 所述的复合式桥梁扭转振动控制系统，其特征在于，所述转动惯量盘（11）为一定质量的圆盘或圆环，转动惯量盘（11）与被控桥梁的桥面垂直，驱动器（8）的输出轴与转动惯量盘（11）垂直连接。

7、根据权利要求 1 所述的复合式桥梁扭转振动控制系统，其特征在于，还包括控制器，控制器分别与驱动器（8）、传感器以及安装在驱动器（8）末端的编码器连接。

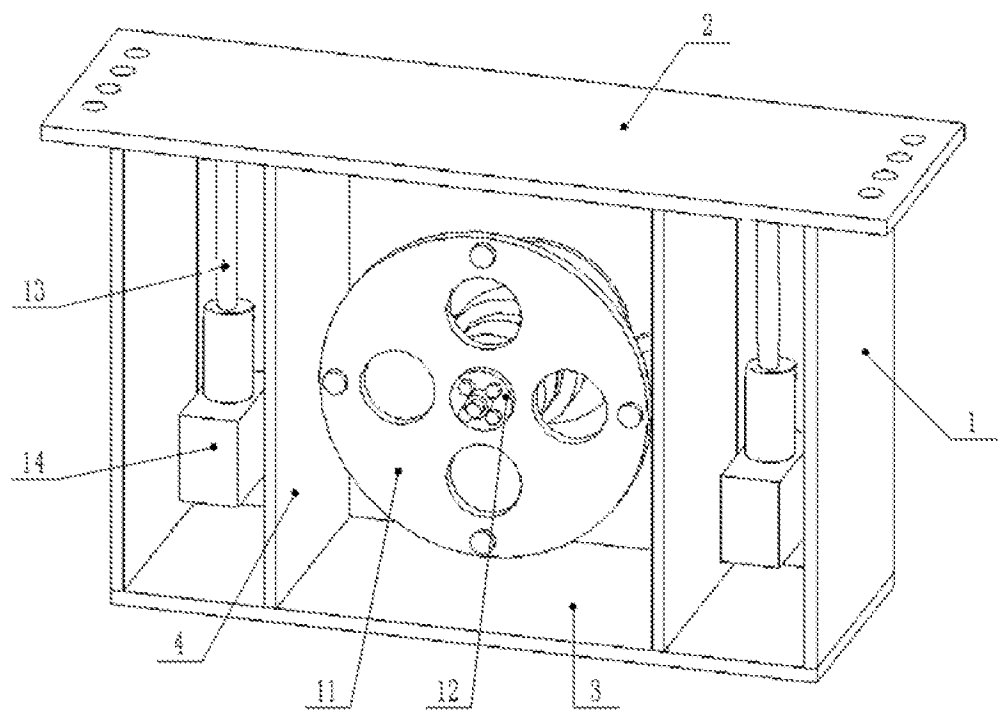


图 1

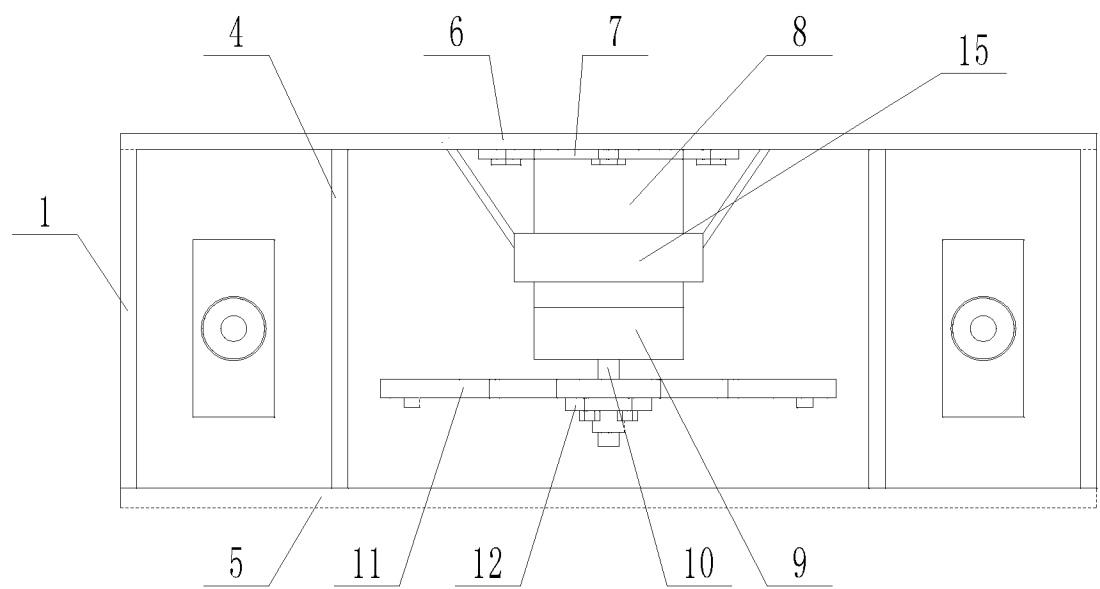


图 2

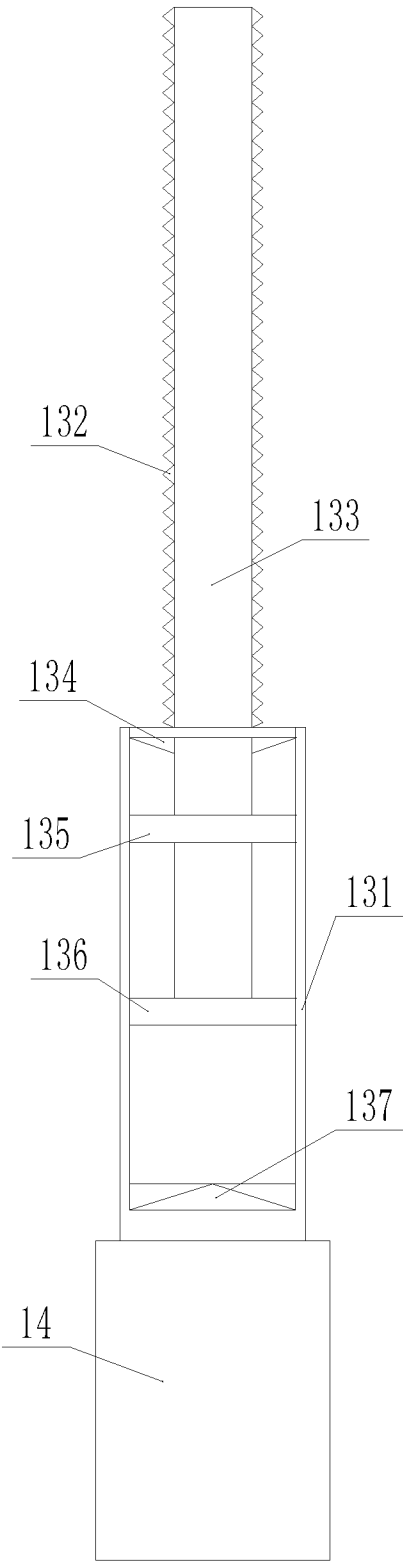


图 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/105642

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

E01D 19/00(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)

E01D; F16F; E04B

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)

CNABS, CNTXT, EPODOC, DWPI, CNKI: 转动, 惯量, 扭转, 主动, 被动, 振动, 阻尼, 控制, 驱动, 传感器, 腔, inertia, rotate, moment, torsion, active, passive, vibration, damper, control, driver, sensor, cavity

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 109610302 A (QINGDAO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 12 April 2019 (2019-04-12) claims 1-7	1-7
E	CN 209508798 U (QINGDAO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 18 October 2019 (2019-10-18) claims 1-7	1-7
A	CN 104179118 A (CHONGQING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS) 03 December 2014 (2014-12-03) description, paragraphs [0008]-[0012], and figures 1-4	1-7
A	CN 103277454 A (ZHANG, Chunwei) 04 September 2013 (2013-09-04) entire document	1-7
A	CN 102409775 A (JIANGSU JINFENG WIND POWER EQUIPMENT MFG CO., LTD.) 11 April 2012 (2012-04-11) entire document	1-7
A	KR 20160118201 A (RMS TECH CO., LTD.) 11 October 2016 (2016-10-11) entire document	1-7



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

03 December 2019

Date of mailing of the international search report

18 December 2019

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.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2019/105642

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	109610302	A	12 April 2019	None			
CN	209508798	U	18 October 2019	None			
CN	104179118	A	03 December 2014	CN	104179118	B	20 January 2016
CN	103277454	A	04 September 2013	CN	103277454	B	18 May 2016
CN	102409775	A	11 April 2012	CN	102409775	B	04 June 2014
KR	20160118201	A	11 October 2016	KR	101704532	B1	13 February 2017

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/105642

A. 主题的分类

E01D 19/00 (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)

E01D; F16F; E04B

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))

CNABS, CNTXT, EPDOC, DWPI, CNKI: 转动, 惯量, 扭转, 主动, 被动, 振动, 阻尼, 控制, 驱动, 传感器, 腔, inertia, rotate, moment, torsion, active, passive, vibration, damper, control, driver, sensor, cavity

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 109610302 A (青岛理工大学) 2019年 4月 12日 (2019 - 04 - 12)
权利要求1-7

1-7

E

CN 209508798 U (青岛理工大学) 2019年 10月 18日 (2019 - 10 - 18)
权利要求1-7

1-7

A

CN 104179118 A (重庆邮电大学) 2014年 12月 3日 (2014 - 12 - 03)
说明书第[0008]-[0012]段, 附图1-4

1-7

A

CN 103277454 A (张春巍) 2013年 9月 4日 (2013 - 09 - 04)
全文

1-7

A

CN 102409775 A (江苏金风风电设备制造有限公司) 2012年 4月 11日 (2012 - 04 - 11)
全文

1-7

A

KR 20160118201 A (RMS TECH CO LTD) 2016年 10月 11日 (2016 - 10 - 11)
全文

1-7

☐ 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

“D” 申请人在国际申请中引证的文件

“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

2019年 12月 3日

国际检索报告邮寄日期

2019年 12月 18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

授权官员

王莹

电话号码 62084886

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/105642

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	109610302	A	2019年 4月 12日	无	
CN	209508798	U	2019年 10月 18日	无	
CN	104179118	A	2014年 12月 3日	CN 104179118	B 2016年 1月 20日
CN	103277454	A	2013年 9月 4日	CN 103277454	B 2016年 5月 18日
CN	102409775	A	2012年 4月 11日	CN 102409775	B 2014年 6月 4日
KR	20160118201	A	2016年 10月 11日	KR 101704532	B1 2017年 2月 13日