

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G01L 25/00 (2006.01)



[12] 实用新型专利说明书

专利号 ZL 200820072502.5

[45] 授权公告日 2009年12月16日

[11] 授权公告号 CN 201364223 Y

[22] 申请日 2008.9.25

[21] 申请号 200820072502.5

[73] 专利权人 吉林大学

地址 130012 吉林省长春市前进大街 2699 号

[72] 发明人 张学成 李春光 于立娟

[74] 专利代理机构 长春吉大专利代理有限责任公
司

代理人 齐安全 张 晶

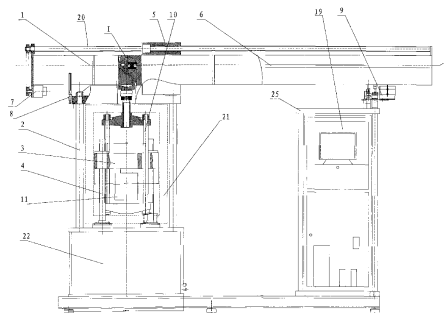
权利要求书 1 页 说明书 8 页 附图 5 页

[54] 实用新型名称

全自动游码式力校准机

[57] 摘要

本实用新型公开了一种全自动游码式力校准机。克服现存的效率低、力值范围窄、使用性能差、对测力仪检定规程的适用程度存在较大欠缺等问题。其包括主机、杠杆横梁、控制系统。杠杆横梁与主机上支点之间采用刀口支承的方式，支点处的刀口支承包括支点刀、支点刀承，支点刀半径很小的刀刃与支点刀承半径很小的槽接触连接。杠杆横梁与主机上施力点之间也采用刀口支承的方式，施力点处的刀口支承包括力点刀、力点刀承，力点刀半径很小的刀刃与力点刀承半径很小的槽接触连接。在杠杆横梁右端下面的安装板上固定安装有阻尼器，它由液体阻尼器和半主动摩擦阻尼器组成。控制系统中设置有装入计算机程序的运行该计算机程序实现工作过程形象化监控的计算机。



1. 一种全自动游码式力校准机, 包括主机(22)、杠杆横梁(1)、控制系统(19), 其特征是所述的全自动游码式力校准机的杠杆横梁(1)与主机(22)中1号机架上横梁的支点之间采用刀口支承的连接方式, 支点处的刀口支承包括支点刀(13)、支点刀承(23), 支点刀承(23)固定在杠杆横梁(1)的顶部, 支点刀(13)固定在主机(22)中1号机架上横梁的顶部, 支点刀(13)的刀刃与支点刀承(23)的槽接触连接;

所述的全自动游码式力校准机的杠杆横梁(1)与主机(22)上的施力点之间也采用的是刀口支承的连接方式, 施力点处的刀口支承包括力点刀(12)、力点刀承(24), 力点刀(12)固定在主机(22)中反向架(10)的顶部, 力点刀承(24)固定在杠杆横梁(1)的底部, 力点刀(12)的刀刃与力点刀承(24)的槽接触连接。

2. 按照权利要求1所述的全自动游码式力校准机, 其特征是在杠杆横梁(1)右端下面的安装板(26)上安装有阻尼器(9), 它由液体阻尼器和半主动摩擦阻尼器组成, 半主动摩擦阻尼器主要有开关(14)、偏心轴(15)、摩擦片(16)、轴承(17)、电动机(18)和信号板(27)组成;

电动机(18)固定安装在杠杆横梁(1)右端下面的安装板(26)上, 其垂直向上的输出轴与依次固定安装两个偏心轮的偏心轴(15)固定连接, 两个偏心轮的外缘分别套装有轴承(17), 两块相同的摩擦片(16)固定安装在偏心轴(15)两侧杠杆横梁(1)的内侧壁上, 两个轴承(17)能够分别与两个摩擦片(16)同时接触或脱开, 两个相同的开关(14)固定在支架的上端, 支架的下端固定在安装板(26)上, 两个相同的开关(14)在支架上端的水平面内夹角为 90° , 两个开关(14)的对称中心和处于其下面的随偏心轮同时转动的信号板(27)的两端对正或脱开。

全自动游码式力校准机

技术领域

本实用新型涉及一种应用于力学计量、生产试验领域的标准力源装置，更具体地说，它涉及一种应用于各种测力计的计量检定、校准或生产试验中所使用的全自动游码式力校准机。

背景技术

力标准机作为力值传递系统的重要环节，在计量部门、科研部门、测力仪生产和使用部门广泛应用。其中杠杆机以其性能价格比优良，受到特殊青睐。杠杆式力标准机，是根据力的动力效应，利用已知质量砝码的重力来复现力值，但是它是将已知质量砝码的重力经不等臂杠杆放大来产生力值的。通常是固定杠杆比，通过改变重力砝码的数量和大小实现施加不同的力值。实际上，杠杆式力标准机都是由一台静重式力标准机加上杠杆放大机构组成的。因此它存在传统意义上的静重式力标准机的缺点，例如，结构复杂，施加力值范围窄，级数少，效率低，成本高；此外为了确保杠杆比的准确其结构调整过程复杂、实现难度较大，并使工作效率更低，难以实现自动化工作。综括来说，这种标准力源存在的主要技术问题包括以下几个方面：工作效率低、力值范围窄、使用性能差（自动化程度低下、简便性较差）、对测力仪检定规程的适用程度存在较大欠缺、成本过高，新技术应用少、无新结构、新方法。

发明内容

本实用新型所要解决的技术问题是克服了现有技术存在工作效率低、力值范围窄、使用性能差、对测力仪检定规程的适用程度存在较大欠缺、成本过高，新技术应用少、无新结构、新方法的问题，提供了一种刀口支承的全自动游码式力校准机。

为解决上述技术问题，本实用新型是采用如下技术方案实现的：全自动游码式力校准机，包括主机、杠杆横梁、控制系统，本实用新型所述的全自动游码式力校准机的杠杆横梁与主机中1号机架上横梁的支点之间采用刀口支承的连接方式，支点处的刀口支承包括支点刀、支点刀承，支点刀承固定在杠杆横梁的顶部，支点刀固定在主机中1号机架上横梁的顶部，支点刀的刀刃与支点刀承的槽接触连接。

所述的全自动游码式力校准机的杠杆横梁与主机上的施力点之间也采用的是刀口支承的连接方式，施力点处的刀口支承包括力点刀、力点刀承，力点刀固定在主机中反向架的顶部，力点刀承固定在杠杆横梁的底部，力点刀的刀刃与力点刀承的槽接触连接。

在上面所述的技术方案的基础上于杠杆横梁右端下面的安装板上安装有阻尼器，它由液体阻尼器和半主动摩擦阻尼器组成，半主动摩擦阻尼器主要有开关、偏心轴、摩擦片、轴承、电动机和信号板)组成。

电动机固定安装在杠杆横梁右端下面的安装板上，其垂直向上的输出轴与依次固定安装两个偏心轮的偏心轴固定连接，两个偏心轮的外缘分别套装有轴承，两块相同的摩擦片固定安装在偏心轴两侧杠杆横梁的内侧壁上，两个轴承能够分别与两个摩擦片同时接触或脱离，两个相同的开关固定在支架的上端，支架的下端固定在安装板上，两个相同的开关在支架上端的水平面内夹角为 90° ，两个开关的对称中心和处于其下面的随偏心轮同时转动的信号板的两端对正或脱离。这就形成第二套方案。在第一套和第二套方案的基础上改变游码距杠杆横梁支点的距离来减小以至消除力值变化量，当一个位移分辨单位 δ_L 能补偿力值变化为 ΔF 时，需要补偿的位移折合成分辨率 δ_L 的数量为：

$$n = \frac{\Delta F_2}{\Delta F};$$

$$\text{其中, } \Delta F_2 = F_1 \times \frac{f_1(x, T, t)}{f_2(x, T, t)} - F_1 \times \frac{L_1}{L_2},$$

$L_1 = f_1(x, T, t)$, L_1 是 x 、 T 、 t 的函数，

$L_2 = f_2(x, T, t)$, L_2 是 x 、 T 、 t 的函数，

L_1 . 游码距杠杆横梁支点的距离，

L_2 . 施力点距杠杆横梁支点的距离，

x . 游码在杠杆横梁上的位置，

T . 环境温度，

t . 时间。

上面各套技术方案中的控制系统中都设置有装入计算机程序的运行该计算机程序使游码式力校准机的工作过程、每一构件状态、试验进程均能够用动画的方式显示在屏幕上的并实现直接点击动画上的标志使游码式力校准机完成各种控制要求的实现工作过程形象化监控的计算机。

与现有技术相比本实用新型的有益效果是：

1. 本实用新型采用单块固定质量砝码，利用杠杆放大原理对被目标物施加载荷。通过改变和精确控制固定质量砝码沿杠杆臂长方向的位置改变施加力值的大小。与现有同类设备相比，游码式力校准机省去复杂的重力砝码系统，对于杠杆放大而言，不需要力点、支点和重点任意两点之间的距离必须十分准确，力点、支点和重点采用技术十分成熟的滚动摩擦形式的刀口支承，因而机器结构大大简化、制造容易。

2. 本实用新型中固定质量的砝码沿杠杆臂长方向的移动速度和位置的驱动与控制是通过伺服电动马达和微机控制装置实现的。通过精密控制砝码的位置

达到精确施加力值的目的，加快砝码的移动速度可以加快施加载荷的速度。借助微机和先进的数字控制技术，从根本上解决杠杆式力标准机加载速度慢、效率低、操作不便的问题，实现力源装置的准确、快速和自动加载的目标，完全符合各种标准对测力仪检测过程中施加载荷的要求。

3. 本实用新型加卸载过程中使用了液体与可控摩擦阻尼机构，该机构在工作过程中抑制初始平衡的低频摆动，减小和抑制加载过程的杠杆振动，并能够缩短读数稳定时间。

4. 本实用新型的工作过程采用形象化自动监控，实现了人机操作对话、屏幕动画显示游码机工作状态和实时的力值动态曲线，可自动判定力值稳定状况，自动采集测试数据，并根据不同的测试标准要求完成数据处理和管理。游码式力源装置是一种高精度、高效率、高可靠性和低成本的工作装置。

附图说明

下面结合附图对本实用新型作进一步的说明：

图 1 是全自动游码式力校准机在略去支点和施力点摩擦、横梁变形等影响的情况下根据静力学原理考虑技术方案时杠杆横梁受力情况的示意简图；

图 2 是全自动游码式力校准机在考虑刀口支承中的摩擦阻力的情况下杠杆横梁受力情况的示意简图；

图 3 是一种刀口支承的全自动游码式力校准机组成结构的主视图；

图 4 是图 3 中 I 处的局部放大视图；

图 5-a 是全自动游码式力校准机中的半主动摩擦阻尼器结构组成的主视图；

图 5-b 是全自动游码式力校准机中的半主动摩擦阻尼器结构组成在拆去杠杆横梁前面侧壁情况下的左视图；

图 6 是全自动游码式力校准机在控制系统中的计算机屏幕上提供的形象化自动监控程序界面；

图中：1. 杠杆横梁，2. 1 号机架，3. 动横梁，4. 丝杠，5. 游码，6. 导轨，7. 伺服驱动装置，8. 平衡检测装置，9. 阻尼器，10. 反向架，11. 工件，12. 力点刀，13. 支点刀，14. 开关，15. 偏心轴，16. 摩擦片，17. 轴承，18. 电动机，19. 控制系统，20. 滚珠丝杠，21. 机械传动系统，22. 主机，23. 支点刀承，24. 力点刀承。25. 2 号机架，26. 安装板，27. 信号板，S. 测力仪，Q. 质心位置线，m. 砝码，H. 杠杆横梁理论受力水平线。

具体实施方式

下面结合附图对本实用新型作详细的描述：

本实用新型的目的是寻求一种性价比高的力校准机，克服传统意义上的杠杆式力校准机在结构、加荷时间、工作效率、工作过程自动化、误差补偿和制造使用成本等方面的问题，达到提高力校准机的效率、精度和精度稳定性、简

化结构、降低成本的目的。

参阅图 1，本实用新型提供的技术方案是基于杠杆原理。把传统的杠杆式力校准机（或者称力标准机）的固定杠杆比、改变单块重力砝码的大小和砝码个数的加载方式，变为重力砝码是单一的、且质量固定的游码，通过使其沿杠杆横梁 1 长度方向游动时杠杆比改变，达到改变加载的目的。略去杠杆重力和其它外力，根据第一类杠杆放大原理有公式：

$$F_2 = \frac{F_1 \times L_1}{L_2}$$

式中， F_1 —游码的重力， L_1 —游码距支点的距离， F_2 —对目标物施加的力， L_2 —力点距支点的距离。

可见，如果 L_2 不变， F_1 是常数，当改变 L_1 大小时即可改变 F_2 的大小。因此，可将力值大小的控制转变为游码 5 在横梁 1 上精密位置的控制。在精密自动控制杠杆平衡，并采取提高精度、加快稳定平衡时间等措施后，即可以构成全自动游码式力校准机。

1. 对精确施加力值的相关问题进行分析

参阅图 1，设杠杆横梁 AB，支点 C 处左右两侧的质量产生的重力分别为 W_2 、 W_1 ，质心的位置距离支点的长度分别为 L_{21} 、 L_{11} 。质量为 m 的砝码可以沿着杠杆横梁 AB 移动，设其某时刻的位置距支点 C 的距离为 L_1 ，其重力为 F_1 。杠杆横梁上点 B 为被施加力的作用点，力的大小设为 F_2 ，距支点 C 的距离为 L_2 。略去支点和被施加力的作用点的摩擦、横梁变形等影响，根据静力学原理有：

$$F_1 \times L_1 + L_{11} \times W_1 = F_2 \times L_2 + W_2 \times L_{21}$$

$$F_2 = f(L_1) = \frac{F_1 \times L_1 + L_{11} \times W_1 - W_2 \times L_{21}}{L_2}$$

可见，当杠杆横梁结构确定后，即 m 、 W_2 、 W_1 、 L_{21} 、 L_{11} 、 L_2 即已确定。质量为 m 的砝码产生的向下作用力 F_1 经杠杆横梁放大后，作用到被检测力仪上的力 F_2 与砝码 m 的位置 L_1 成正比。即可以在不更换砝码 m 的情况下，通过改变 L_1 的大小即可实现对被检测力仪施加所需要载荷的级数和大小，从而将对 F_2 大小的控制转换为对位移 L_1 的控制。

1) 在位移分辨率足够的条件下，这种通过改变砝码位置从而改变杠杆比（力臂比）达到施加不同载荷大小的目的的装置，与传统的杠杆式力校准机相比工作原理上唯一的区别就是它的砝码是游动的，而不是固定位置。为实现简化结构、缩小体积、降低成本、提高工作效率的目标，采用单级杠杆系统结构最为简单。而游动砝码质量 m 不应当也不太可能太大，这必然要增大放大比（杠杆

比)以适应较大力值输出的需要。

参阅图 2, 在误差分析中, 考虑任何原因引起杠杆横梁臂长的变化都会造成施力误差, 并且因为杠杆比增大和短臂尺寸缩小使误差放大。可能引起臂长变化, 因而引起杠杆比变化的原因可以归纳为支承、杠杆受力变形、温度、滞弹性效应等。把杠杆式力校准机简化后的力学模型置于一 $x-y$ 平面坐标系中, 则在外力、温度等因素作用下, 杠杆横梁会产生变化。可见臂长是游码的位置 x 、温度 T 、时间 t 的函数 $L_1=f_1(x, T, t)$; $L_2=f_2(x, T, t)$,

$$\text{产生的误差为} \quad \Delta F_2 = F_1 \times \frac{f_1(x, T, t)}{f_2(x, T, t)} - F_1 \times \frac{L_1}{L_2}。$$

通过改变游码 5 的位置来控制长臂 L_1 尺寸变化的大小和方向从而可以减小以至消除误差。一个位移分辨单位 δ_L 可以补偿的力值变化为 ΔF , 因此需要补偿的位移折合成分辨率数为 $\frac{\Delta F_2}{\Delta F}$ 。对于支承重复性能好的系统来说, 相应于游码 5

不同位置的力点值, 可以通过标定来确定。若已知随时间、温度变化规律, 则可以对其造成的力值误差进行补偿。

2) 杠杆横梁采用什么样的支承是影响杠杆式力校准机施力精度的主要因素之一, 因为在支点处会产生阻力矩。杠杆横梁采用的支承形式和种类有很多, 对于较大载荷的精密机械, 以采用刀口支承和弹性支承居多。对于刀口支承, 当刀刃半径很小时, 运动件摆动角度不超过 $8^\circ \sim 10^\circ$ 时, 刀口支承中的摩擦可以认为是纯滚动摩擦。但是由于刀刃半径不可能太小, 尤其是大载荷情况下, 因此刀口支承会产生摩擦力矩, 这是杠杆式力校准机产生测力误差的主要原因之一。刀口支承处摩擦力矩的存在, 造成杠杆的附加力矩。此时杠杆横梁平衡式变为 $F_1 \times L_1 + L_{11} \times W_1 - M_{f1} = F_2' \times L_2 + W_2 \times L_{21} - M_{f2}$, 式中 M_{f1} 和 M_{f2} 分别是支点和力点处的摩擦力矩。 F_2' 是由于摩擦力矩的存在于力点处的作用力。于是由于刀口处摩擦造成的误差 $\Delta F = F_2' - F_2 - [F_1 \times L_1 / L_2 + (W_1 L_{11} - W_2 L_{21}) / L_2] = (M_{f2} - M_{f1}) / L_2$ 。由于刀口存在摩擦力矩, 因此会造成力值误差, 其大小与短臂 L_2 成反比。根据摩擦的特性, 摩擦力矩的大小和方向是随杠杆的运动状态、时间而变化的, 它不能通过上述方法进行补偿。因此必须设法减小摩擦力矩。

3) 静力平衡是杠杆横梁工作的必要条件, 但是, 在初始状态时, 它必须是稳定的, 且杠杆横梁必须处于水平状态, 为此杠杆横梁的质心必须满足如下条件: 质心必须位于过支点的铅垂线上, 以支点为界杠杆的左右部分质心连线也应该是水平的, 且位于支点的下方。由于质心位置取决于几何形状, 因此杠杆式力校准机和天平均有质心调整机构。对于游码式的装置来说, 它可以通过改变游码 5 的位置来改变杠杆的平衡状态, 实现对质心位置的调整, 可以省去传统力校准机的质心调整机构。

游码式力校准机上的游码位置的任何变化都会引起杠杆的不平衡（这是实现加力的基础），因为力点处和过力点的受力线上的装置结构刚度不是无穷大，所以会沿力线方向产生变形。这种变形可以检测出来。如果沿变形的反方向产生等量的位移，即可恢复杠杆的平衡。

2. 对采用刀口支承方式的全自动游码式力校准机结构的详细描述

参阅图 3 与图 5，图中所示的是一种采用刀口支承方式的全自动游码式力校准机组成结构。它由主机 22、杠杆横梁 1、控制系统 19 组成。其中主机用来安装工件、调整空间、承受载荷的，其核心部件是 1 号机架 2、第一伺服驱动装置（图中未注）、机械传动系统 21、动横梁 3。动横梁 3 上安装被施加力的工件，由杠杆横梁 1 产生经反向架 10 传到工件上的载荷通过动横梁 3 和丝杠 4 作用到 1 号机架 2 上。动横梁 3 可由第一伺服驱动装置带动作上下精密直线位移，用于调整空间和实现杠杆横梁 1 的平衡；杠杆横梁组件由杠杆横梁 1、支点刀 13 和力点刀 12、游码 5、导轨 6、伺服驱动装置 7、平衡检测装置 8、阻尼器 9 等组成。杠杆横梁 1 可绕支点摆动，全自动游码式力校准机的杠杆横梁 1 与主机 22 中 1 号机架上横梁的支点之间采用刀口支承的连接方式，支点处的刀口支承包括支点刀 13、支点刀承 23，支点刀承 23 固定在杠杆横梁 1 的顶部，支点刀 13 固定在主机 22 中 1 号机架上横梁的顶部，支点刀 13 的刀刃与支点刀承 23 的槽接触连接。杠杆横梁 1 与主机 22 上的施力点之间也采用的是刀口支承的连接方式，施力点处的刀口支承包括力点刀 12、力点刀承 24，力点刀 12 固定在主机 22 中反向架 10 的顶部，力点刀承 24 固定在杠杆横梁 1 的底部，力点刀 12 的刀刃与力点刀承 24 的槽接触连接。力点刀 12 与支点刀 13 皆为横截面不变的长条形结构件，横截面可看成是一个等腰梯形和一个三角形的组合，最高处的棱角为刀刃，刀刃处的半径以 0.2mm 为宜，同样支点刀承 23 与力点刀承 24 也为横截面不变的长条形结构件，横截面可看成是一个等腰梯形，在窄平行边的上面加工一个凹槽，凹槽处的半径以 0.3mm 为宜。力点刀 12 通过一反向架 10 将力传予工件 11。游码 5 可以沿杠杆横梁 1 上的导轨 6 作直线移动，游码 5 沿杠杆横梁 1 的移动是由伺服驱动装置 7 经由滚珠丝杠 20 驱动完成，并由位移传感器检测其位移大小。平衡检测装置 8 是一个精密直线位移传感器，用于检测杠杆横梁 1 的平衡位置。阻尼器 9 用来减小振动，加快平衡时间。它由液体阻尼器和半主动摩擦阻尼器组成。半主动摩擦阻尼器主要由开关 14、安装两个偏心轮的偏心轴 15、轴承 17、电动机 18、摩擦片 16 和信号板 27 等构件组成。电动机 18 固定安装在杠杆横梁 1 右端下面的安装板 26 上，且处于杠杆横梁 1 前后两侧壁之间，安装板 26 固定安装在 2 号机架 25 的顶部，2 号机架 25 套装在控制系统 19 的外面，其下端固定在地基上。电动机 18 垂直向上的输出轴与依次固定安装两个偏心轮的偏心轴 15 固定连接（键连接或者是法兰盘连接），

两个偏心轮的外缘分别套装有轴承 17, 两块相同的摩擦片 16 固定安装在偏心轴 15 两侧杠杆横梁 1 的内侧壁上, 两个轴承 17 能够分别与两个摩擦片 16 同时接触或脱开, 即两个偏心轮在偏心轴 15 上安装时, 两个偏心轮的轮心与偏心轴 15 回转轴线的连线夹角为 180° , 即两个偏心轮的轮心与偏心轴 15 回转轴线的连线以偏心轴 15 为对称, 在水平面的投影为一直线。两个相同的开关 14 固定在支架的上端, 支架的上端固定一弧形梁, 弧形梁回转中心和电动机 18 输出轴的回转中心同心, 两个相同的开关 14 就固定安装在这个弧形梁上, 每个开关 14 的对称中心与电动机 18 输出轴的回转中心连线, 两条中心连线之间的夹角为 90° , 其中一条连线与主视图的正投影面垂直, 另一条连线与主视图的正投影面平行, 即与左视图的投影面垂直, 所以不论在主视图 (图 5-a) 上还是在左视图 (图 5-b) 上, 都可以看到处于同一高度的两个相同的开关 14, 支架的下端固定在安装板 26 上, 两个开关 14 的对称中心和处于其下面的随偏心轮同时转动的信号板 27 的两端对正或者是脱开。信号板 27 是一长条形状的结构件, 通过其中间的圆孔安装在最上面的偏心轮上, 随偏心轮一同转动, 信号板 27 的对称线和两个偏心轮的轮心与偏心轴 15 回转轴线的连线夹角为零。

工作时电动机驱动偏心轴 15 转动, 当接近最大偏心距时, 套在偏心轮外缘的两个相同的轴承 17 分别与两侧的摩擦片 16 接触。当与杠杆横梁 1 固联在一起的摩擦片 16 上下摆动时就会产生摩擦力, 选择合适的摩擦片材料可以使摩擦力具有与相对运动速度成正比的正阻尼特性, 起到减震阻尼作用。摩擦力的大小通过调整距离 B 改变, 偏心轴 15 转动位置由开关 14 检测。

控制系统 19 是一套以计算机为核心的控制装置。用计算机来控制包括两套伺服电动机系统、位移检测系统、阻尼器在内的工作装置, 计算机里装有自编的计算机程序, 运行计算机程序使游码式力校准机的工作过程、每一构件状态、试验进程均能够用动画的方式显示在计算机的屏幕上, 并实现直接点击动画上的标志使游码式力校准机完成各种控制要求, 实现工作过程形象化监控。同时完成数据采集和数据处理工作, 实现机器的全自动工作。

刀口支承的全自动游码式力校准机的工作原理:

系统工作时, 首先将工件 11 (例如称重传感器) 放置到反向架上, 并手工调整动横梁 3 位置使工件 11 与动横梁 3 处于快要接触但并未接触的状态 (通常间隙 1mm 为宜), 然后启动程序开始工作。开始时, 杠杆横梁 1 上的伺服驱动装置 7 中的伺服电机系统驱动游码 5 移动使杠杆横梁 1 自动寻找平衡位置, 平衡过程中位于杠杆横梁 1 一端的阻尼器 9 起到减小振幅的作用。平衡位置由位移传感器检测确定。接下来根据程序设定对工件施加载荷。加荷过程从动横梁 3 移动开始, 当确认其与工件接触后, 启动杠杆横梁 1 上的伺服电机使游码移动直至欲施加载荷的位置为止。正确位置经预先标定并由位移传感器检测。此时

由于包括工件 11 在内的机械系统的变形，杠杆横梁 1 将失去平衡，为此再次启动动横梁 3 位置控制电机，使杠杆恢复平衡。与此同时启动摩擦阻尼器，以减小杠杆横梁的摆动幅值，加快稳定时间。稳定与否可由控制器根据工件 11 的输出自动判断。稳定后松开摩擦阻尼器。至此，一级载荷施加完毕。以此类推，可以实现对工件的加卸载荷。每一级载荷加卸完毕后控制系统可以根据需要采集和处理工件的数据。工作过程中刀口支承的全自动游码式力校准机的每一个构件状态以及试验进程均可以通过屏幕观察到，调机时可以直接在屏幕上通过鼠标点击方式控制机件的运动和动作，实现设备工作过程形象化监控。

实施例

参阅图 6，以下结合实际例子进一步说明本实用新型的实施。

1. 一台型号为 300kN 的全自动游码式力校准机的基本参数为：

杠杆比 $i=55$ ；

杠杆横梁 1 的短臂长 70mm；

杠杆横梁 1 的总长 4200mm；

游码 5 重力 5600N；

驱动游码移动的电机功率 750W，额定转速 2000rpm；

实现的位移分辨率 0.8 μ m；

驱动主机动横梁移动的电机功率 750W，额定转速 2000rpm；

位移分辨率 0.1 μ m；

检测杠杆横梁 1 平衡的位移传感器，位移范围 ± 10 mm，分辨率 1 μ m；

2. 一台型号为 300kN 的全自动游码式力校准机的功能参数为：

额定载荷能力：300kN；

力的分辨率：0.64N；

游码最大速度：4mm/min；

可实现加荷时间：20s/级；

实现形象化自动监控程序界面。

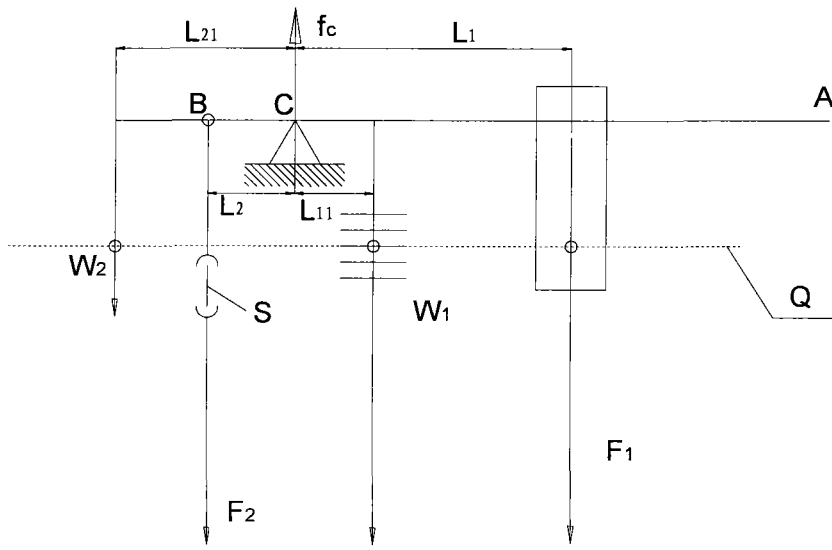


图 1

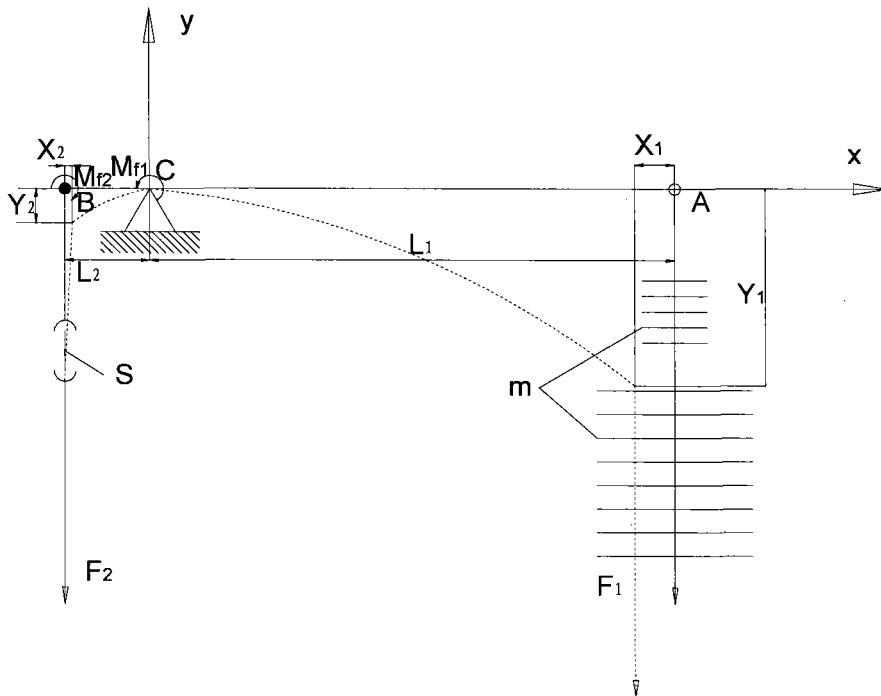


图 2

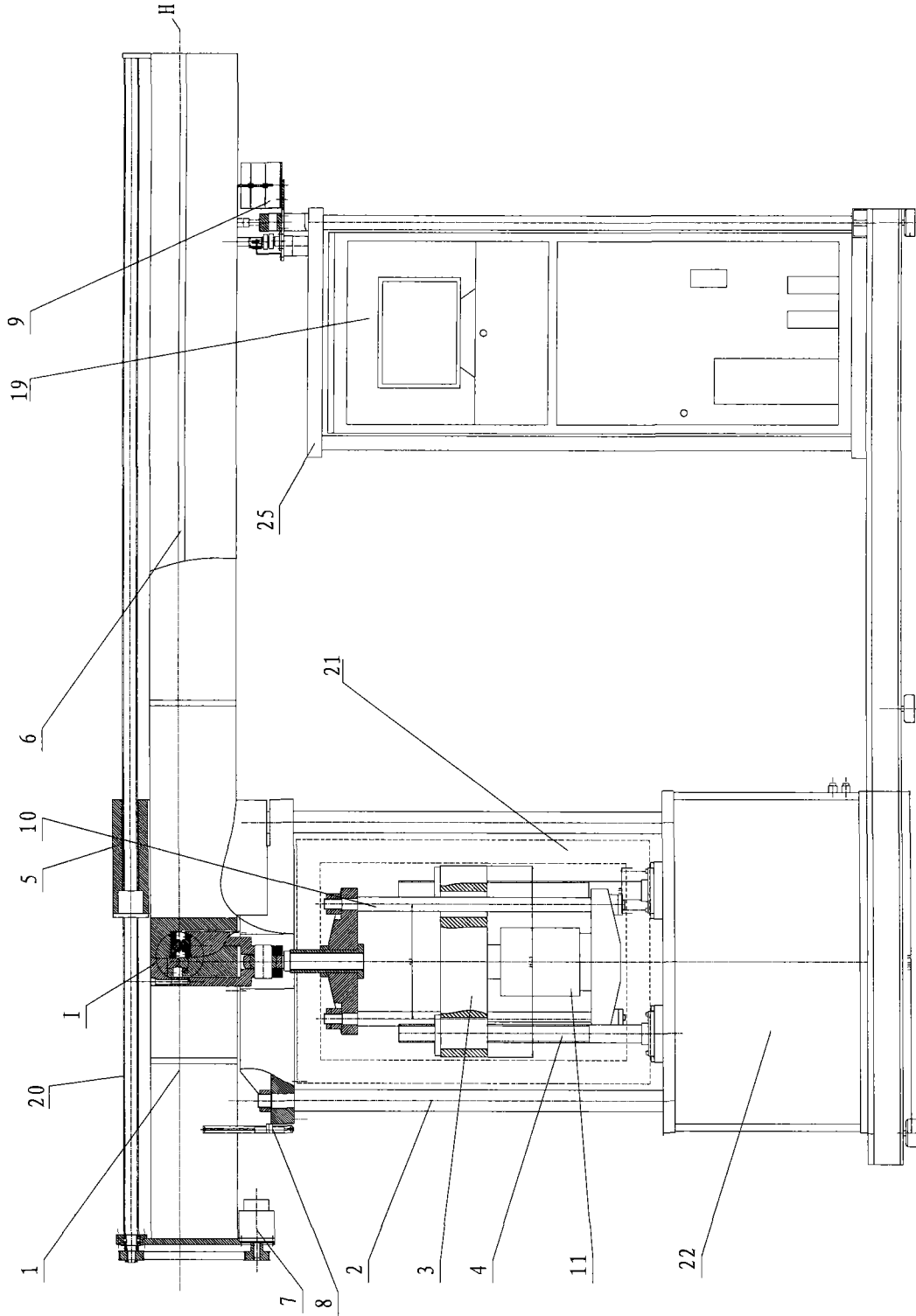


图3

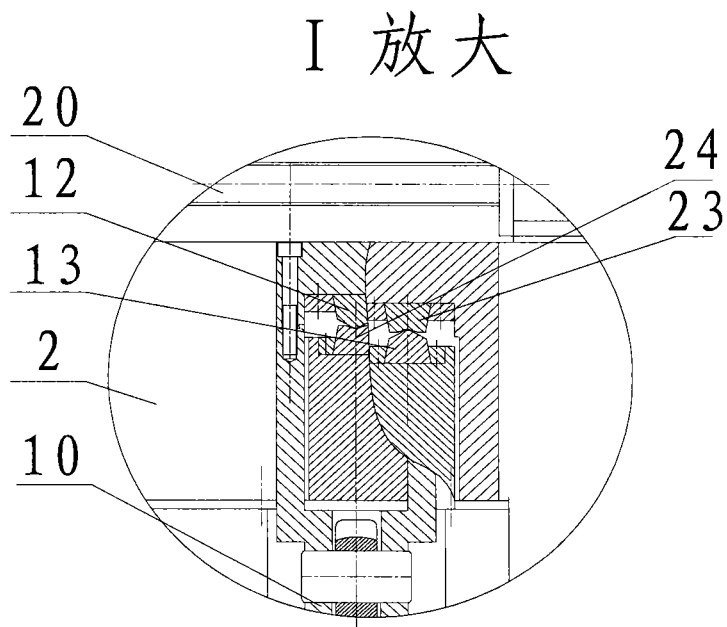


图 4

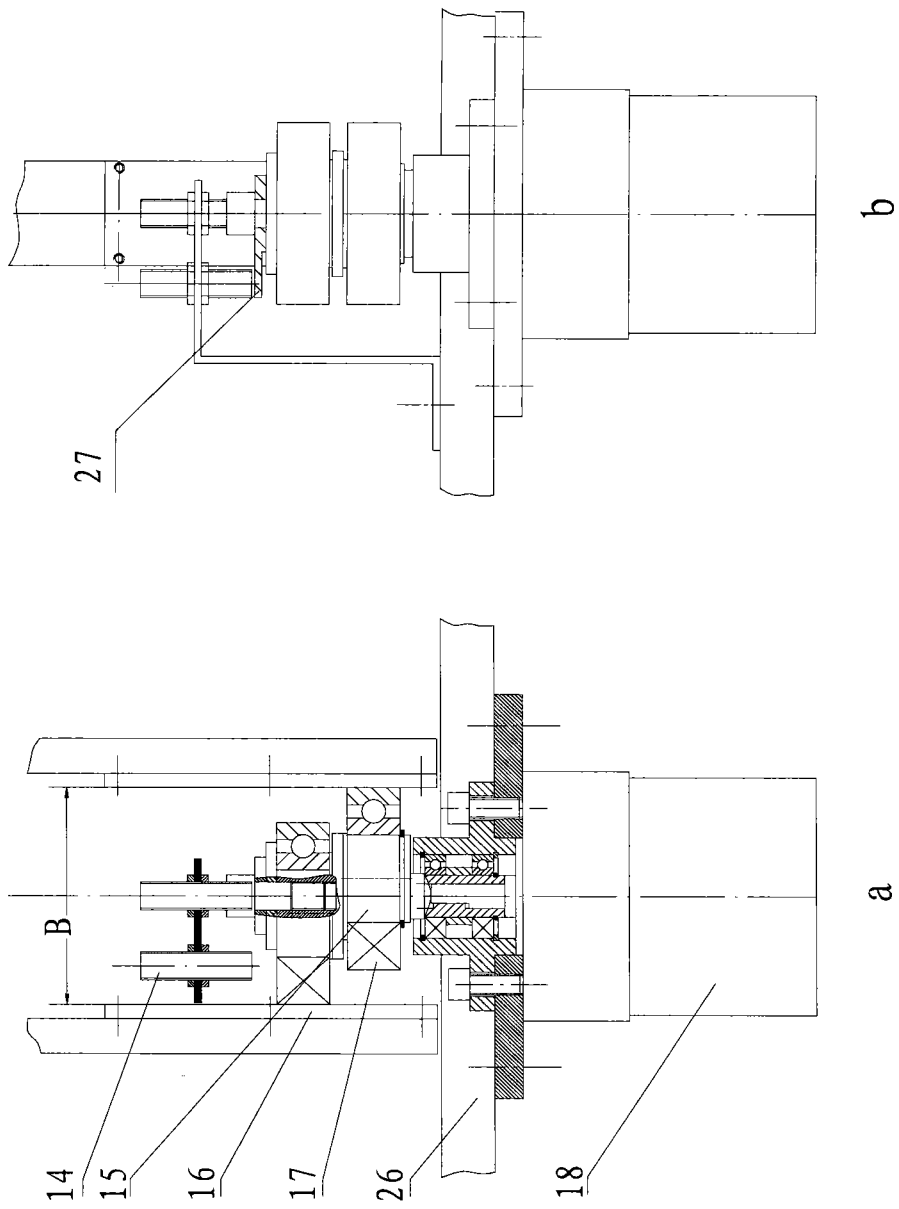


图5

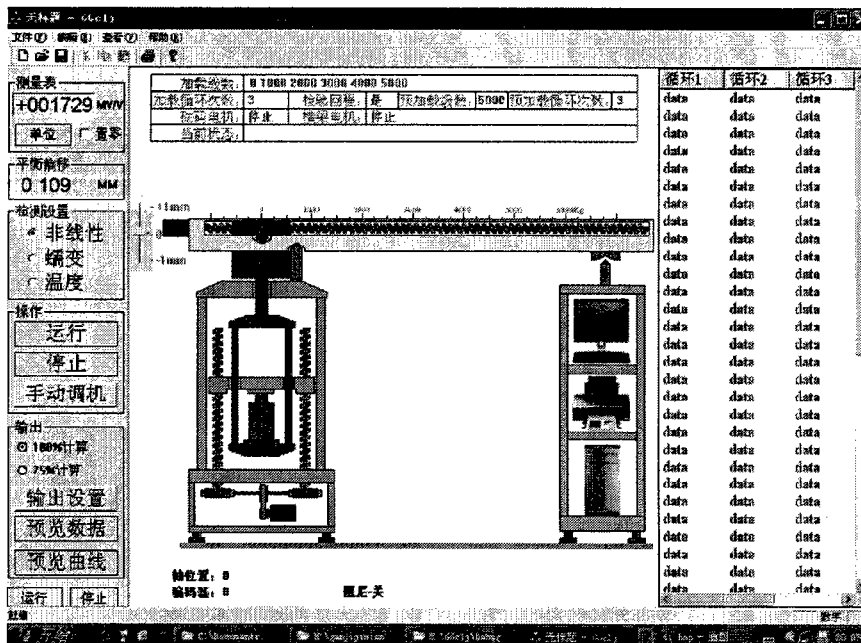


图 6