



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 202693415 U

(45) 授权公告日 2013. 01. 23

(21) 申请号 201220152042. 3

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

(22) 申请日 2012. 04. 12

(73) 专利权人 吉林大学

地址 130025 吉林省长春市人民大街 5988 号

(72) 发明人 赵宏伟 马志超 李秦超 王开厅
胡晓利 黄虎 张霖

(74) 专利代理机构 吉林长春新纪元专利代理有
限责任公司 22100

代理人 王怡敏

(51) Int. Cl.

G01N 3/08 (2006. 01)

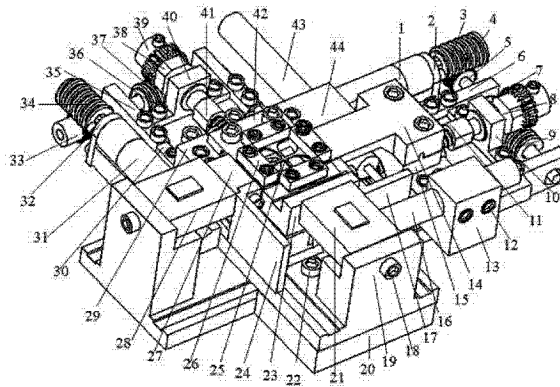
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 3 页

(54) 实用新型名称

双轴向拉伸 / 压缩模式扫描电镜下力学测试装置

(57) 摘要

本实用新型涉及一种双轴向拉伸 / 压缩模式扫描电镜下力学测试装置,属于机电类的材料性能测试仪器。包括由高精度直流伺服电机、三级大减速比减速机构、小导程滚珠丝杠螺母副及导轨机构组成的双向加载及传动单元,该测试装置可以极低速的准静态模式实现载荷的精密施加,同时通过四路载荷 / 位移信号的同步精密采集并结合以载荷、位移或变形信号作为反馈源的闭环控制策略,该测试装置亦可开展涵盖单轴拉伸 / 压缩模式、双轴等速 / 变速同步拉伸 / 压缩模式或双轴等速 / 变速异步拉伸 / 压缩模式等多种类型的材料力学性能测试模式,且各轴的驱动、传动及检测单元独立,互不干涉。优点在于:该测试装置结构紧凑、精巧,与扫描电镜等成像仪器的兼容性好。



1. 一种双轴向拉伸 / 压缩模式扫描电镜下力学测试装置, 其特征在于: 包括双向加载及传动单元、双向信号检测及控制单元、夹具体单元及基座单元, 所述双向加载及传动单元, 包含精密直流伺服电机、三级减速机构、滚珠丝杠螺母 - 导轨传动机构, 直流伺服电机 - I (1) 输出的精密旋转运动通过由三级减速机构实现降低转速、提高扭矩, 并通过精密滚珠丝杠螺母 - 导轨传动机构将旋转运动转换成精密直线运动; 齿轮减速器 - I (49) 与直流伺服电机 - I (1) 同轴安装, 并通过电机法兰 - I (2) 与下层基座 (20) 连接, 一级蜗杆 - I (3) 通过其上的螺钉与齿轮减速器 - I (49) 的输出轴套接, 二级蜗杆 - I (7) 套接于蜗杆轴 - I (5) 上, 并通过蜗杆轴止动轴承 - I、II (50、53) 定位, 滚珠丝杠 - I (11) 通过丝杠内、外止动轴承 (46、45) 及丝杠内、外止动套环 (51、52) 实现其轴向定位, 并通过滚珠丝杠轴承座 - I (10) 与上层基座 (19) 连接, 滚珠丝杠套筒 - I (15) 与滚珠丝杠法兰 - I (54) 刚性连接并整体安装于滑块 (57) 上, 导轨 (30) 及滑块 (57) 用于滚珠丝杠套筒 - I (15) 的导向, 且基座 (20) 的设计有两组平行凹槽, 用于导轨 (30) 的直线定位;

所述的双向信号检测及控制单元包含精密拉压力传感器 - I、II (28、21)、位移传感器 - I、II (16、43) 及编码器 - I、II (48、55), 位移传感器 - I (16) 的基体部分间隙安装于位移传感器基座 - I (13) 内, 并通过位移传感器紧固螺钉 - I (12) 对其进行紧固, 其前端可伸缩探头与位移传感器支承座 - I (24) 在测试过程中始终保持弹性接触状态, 且位移传感器基座 - I (13) 与滚珠丝杠套筒 - I (15) 为同一整体结构, 位移传感器支承座 - I (24) 与力传感器支承座 - I (27) 刚性连接, 且通过位移传感器支承座 - I (24) 上的凹槽以及力传感器支承座 - I 上的凸棱柱接触配合定位, 即位移传感器 - I (16) 所检测到的实际位移为滚珠丝杠套筒 - I (15) 与力传感器支承座 - I (27) 之间的相对位移; 精密拉压力传感器 - I (28) 分别与下层基座 (20) 及力传感器支承座 - I (27) 通过螺纹方式刚性连接, 且下层基座 (20) 末端设计有台阶面以对精密拉压力传感器 - I (28) 进行面定位; 编码器 - I (48) 为高线数光电编码器, 与直流伺服电机 - I (1) 的转子同轴安装;

所述的夹具体单元包含标准试件 (25), 其通过夹持端的通孔实现其各轴向定位, 并具有单面滚花状结构的四组压板 (26)、夹具体 - I、II (14、42) 及力传感器支承座 - I、II (27、23) 通过滚花面的压应力保持接触; 夹具体 - I、II (14、42) 分别设有凹槽结构分别与下层的滚珠丝杠套筒 - I、II (15、29) 的凸棱柱配合安装;

所述的基座单元包含上、下层基座 (19、20), 分别用于固定电机法兰 - I、II (2、32)、蜗杆轴承座 - I、II (6、35)、滚珠丝杠轴承座 - I、II (10、40)、导轨 (30) 以及精密拉压力传感器 - I、II (28、21), 所述上、下层基座 (19、20) 通过基座连接螺钉 (22) 刚性连接。

2. 根据权利要求 1 所述的双轴向拉伸 / 压缩模式扫描电镜下力学测试装置, 其特征在于: 所述的三级减速机构是由第一级减速机构 - 齿轮减速器 - I (49)、第二级减速机构的蜗轮蜗杆副以及第三级减速机构的蜗轮蜗杆副组成的三级大减速比减速机构, 所述第二级减速机构的蜗轮蜗杆副由一级蜗杆 - I (3)、一级涡轮 - I (4) 组成, 第三级减速机构的蜗轮蜗杆副由二级蜗杆 - I (7)、二级涡轮 - I (9) 组成。

3. 根据权利要求 1 所述的双轴向拉伸 / 压缩模式扫描电镜下力学测试装置, 其特征在于: 所述的标准试件 (25) 具有双轴完全对称结构。

4. 根据权利要求 1 所述的双轴向拉伸 / 压缩模式扫描电镜下力学测试装置, 其特征在于: 所述的力传感器支承座 - I、II (27、23) 以及滚珠丝杠套筒 - I、II (15、29) 上的用于

定位的接触面均设有凸棱柱,位移传感器支承座 - I、II (24、17) 以及夹具体 - I、II (14、42) 上的用于定位的接触面设有凹槽结构与凸棱柱间隙安装以实现定位。

5. 根据权利要求 1 所述的双轴向拉伸 / 压缩模式扫描电镜下力学测试装置,其特征在在于:所述的丝杠内止动套环(51) 分别与滚珠丝杠 - I (11) 的轴肩及丝杠内止动轴承(46) 的内圈保持面接触,丝杠外止动套环(52) 分别与丝杠锁紧螺母 - I、II (8、38) 及丝杠外止动轴承(45) 的内圈保持面接触;同时,蜗杆轴止动轴承 - I、II (50、53) 的内圈分别与蜗杆轴 - I、II (5、36) 的轴肩保持面接触,上述轴承均为带有凸缘外圈的深沟球轴承,以实现滚珠丝杠 - I、II (11、41) 以及蜗杆轴 - I、II (5、36) 的轴向定位。

6. 根据权利要求 1 所述的双轴向拉伸 / 压缩模式扫描电镜下力学测试装置,其特征在在于:所述的上、下层基座(19、20) 通过基座连接螺钉(22) 及定位销进行刚性连接与定位。

7. 根据权利要求 1 所述的双轴向拉伸 / 压缩模式扫描电镜下力学测试装置,其特征在在于:所述的双轴向拉伸 / 压缩模式扫描电镜下力学测试装置的主体尺寸为 182mm×44mm×145mm。

双轴向拉伸 / 压缩模式扫描电镜下力学测试装置

技术领域

[0001] 本实用新型涉及机电类的材料性能测试仪器,特别涉及一种双轴向拉伸 / 压缩模式扫描电镜下力学测试装置。

背景技术

[0002] 双轴向拉伸作为材料力学性能测试的重要手段,主要采用两个方向同时施加载荷的方法对有较大泊松比和各向异性的非均匀材料进行测试,一般要求测试中有多种测量模式可供选择,如双轴定拉力比、定伸长比、定蠕变比和定松弛比等模式,并可结合载荷 / 位移传感器和相关算法,获取弹性模量、屈服强度、抗拉强度、泊松比等重要力学参数。其中,弹性模量、屈服强度、抗拉强度等参数均可通过单轴拉伸等实验方法测定。此外,泊松现象是指材料沿载荷方向产生伸长(或缩短)变形的同时,在垂直于载荷的方向会产生缩短(或伸长)变形,垂直方向上的应变与载荷方向上的应变之比称为材料的泊松比。

[0003] 目前,双轴向拉伸的材料力学性能测试仪器没有相关的国家标准,国际上也处于草案修订阶段。已有的双轴向拉伸试验机主要用于平面织物或者涂层复合材料的双轴向力学性能测试,亦有针对岩土等建筑或地质材料所进行测试的相关报道,缺乏对特征尺寸毫米或者厘米级以上三维宏观金属材料、高分子材料等的相关研究,且此类仪器多通过步进电机带动滚珠丝杠结合直线轴承或导轨组件实现的双轴向拉伸,被测试件宽度与夹头协调对应。与此同时,原位微纳米力学测试技术是指在微纳米尺度下对试件材料进行力学性能测试过程中,通过电子显微镜、原子力显微镜和或光学显微镜等成像仪器对载荷作用下材料发生的微观变形、损伤直至失效破坏的过程进行全程动态监测的一种力学测试技术。因此,一些现有双轴向拉伸仪器通常配备有连续变倍的长焦距光学镜头和反射光源、透射光源,可对被测材料的组织纹理结构的形态及其变化进行观测,且被测材料的应变值亦往往通过光学方法标定测量。此类仪器往往因其较大的结构尺寸限制,无法内置于扫描电子显微镜的真空腔体内,因此受限于光学显微成像系统的成像原理及放大倍率,无法深入揭示材料的微观变形、损伤机制。此外,由于材料尺寸效应的存在,微构件与宏观试件的力学性能迥然不同,因此开展特征尺寸毫米级以上宏观试件的力学测试,更符合各类材料实际工况下服役性能测试的要求。

[0004] 综上所述,扫描电镜下双轴拉伸 / 压缩材料力学性能测试装置尚属萌芽状态,具体表现为:从在结构上,此类仪器多通过驱动、传动的串联布局,往往造成整机结构尺寸较大,且在一定程度上削弱系统刚度;从观测手段上看,因受限于扫描电子显微镜的真空腔体限制,此类仪器尚无法实现与扫描电镜的结构兼容,且与扫描电镜的真空兼容性及电磁兼容性尚无法确定。同时,光学显微镜因其成像原理的问题,存在着明显的放大倍率不足的缺点,原子力显微镜则具有成像速度过慢的缺点,两种观测方法均难以深入研究载荷变化对材料力学行为和损伤机制的影响规律。相比这类常用仪器,扫描电镜拥有成像高度高,放大倍率高,成像效果清晰等优点。

[0005] 因此,设计一种体积小、结构紧凑,测试精度高,且能与电子显微镜实现兼容使

用的双轴向拉伸 / 压缩模式材料力学性能测试装置可为原位力学测试领域提供新的研究手段,即可对材料在双轴向载荷作用下的微观力学行为及变形损伤机制进行深入研究。

发明内容

[0006] 本实用新型的目的在于提供一种双轴向拉伸 / 压缩模式扫描电镜下力学测试装置,解决了现有技术存在的上述问题。本实用新型是一种可与 Zeiss EVO 18 型扫描电子显微镜兼容使用的双轴向拉伸 / 压缩模式扫描电镜下力学测试装置,属材料力学性能测试类仪器。基于由高精度伺服电机、三级大减速比减速机构、小导程滚珠丝杠螺母副及导轨机构组成的精密驱动单元及精密传动单元,该测试装置可以极低速的准静态模式实现载荷的精密施加,同时通过四路载荷 / 位移信号的同步精密采集并结合以载荷、位移及变形信号作为反馈量的闭环控制策略,该测试装置亦可开展涵盖单轴拉伸 / 压缩模式、双轴等速 / 变速同步拉伸 / 压缩模式、双轴等速 / 变速异步拉伸 / 压缩模式等多种类型的材料力学性能测试模式,且各轴驱动、传动及检测单元独立,互不干涉,即各轴加载次序及应变速率可控。此外,该测试装置结构紧凑、精巧,亦可安装于光学显微成像系统或 X 射线衍射仪的载物平台上,可在上述多类仪器的观测下开展二维或三维宏观试件的原位力学测试,对双轴应力作用下各类材料的各向异性力学性能与损伤机制相关性进行深入研究。因双轴可独立驱动,且双轴载荷 / 位移信号的检测独立,可以进行协调控制,即拉伸过程中动态控制各轴的应力 / 应变比,故亦属于复合试验机类。该装置可广泛用于金属材料、薄膜材料、高分子材料等的各项异性力学性能分析。

[0007] 本实用新型的上述目的通过以下技术方案实现:

[0008] 双轴向拉伸 / 压缩模式扫描电镜下力学测试装置,包括双向加载及传动单元、双向信号检测及控制单元、夹具体单元及基座单元,所述双向加载及传动单元,包含精密直流伺服电机、三级减速机构、滚珠丝杠螺母 - 导轨传动机构,以单向驱动加载为例,直流伺服电机 - I 1 输出的精密旋转运动通过由三级减速机构实现降低转速、提高扭矩,并通过精密滚珠丝杠螺母 - 导轨传动机构将旋转运动转换成精密直线运动;所述精密滚珠丝杠螺母 - 导轨传动机构由滚珠丝杠 - I 11、滚珠丝杠法兰 - I 54、滚珠丝杠套筒 - I 15、导轨 30、滑块 57 组成;齿轮减速器 - I 49 与直流伺服电机 - I 1 同轴安装,并通过电机法兰 - I 2 与下层基座 20 连接,一级蜗杆 - I 3 通过其上的螺钉与齿轮减速器 - I 49 的输出轴套接,二级蜗杆 - I 7 套接于蜗杆轴 - I 5 上,并通过蜗杆轴止动轴承 - I、II 50、53 定位,滚珠丝杠 - I 11 通过丝杠内、外止动轴承 46、45 及丝杠内、外止动套环 51、52 实现其轴向定位,并通过滚珠丝杠轴承座 - I 10 与上层基座 19 连接,滚珠丝杠套筒 - I 15 与滚珠丝杠法兰 - I 54 刚性连接并整体安装于滑块 57 上,导轨 30 及滑块 57 用于滚珠丝杠套筒 - I 15 的导向,且基座 20 的设计有两组平行凹槽,用于导轨 30 的直线定位;

[0009] 所述的双向信号检测及控制单元包含精密拉压力传感器 - I、II 28、21、位移传感器 - I、II 16、43 及编码器 - I、II 48、55,同样以单向信号检测为例说明,位移传感器 - I 16 的基体部分间隙安装于位移传感器基座 - I 13 内,并通过位移传感器紧固螺钉 - I 12 对其进行紧固,其前端可伸缩探头与位移传感器支承座 - I 24 在测试过程中始终保持弹性接触状态,且位移传感器基座 - I 13 与滚珠丝杠套筒 - I 15 为同一整体结构,位移传感器支承座 - I 24 与力传感器支承座 - I 27 刚性连接,且通过位移传感器

支承座 - I 24 上的凹槽以及力传感器支承座 - I 上的凸棱柱接触配合定位,即位移传感器 - I 16 所检测到的实际位移为滚珠丝杠套筒 - I 15 与力传感器支承座 - I 27 之间的相对位移;精密拉压力传感器 - I 28 分别与下层基座 20 及力传感器支承座 - I 27 通过螺纹方式刚性连接,且下层基座 20 末端设计有台阶面以对精密拉压力传感器 - I 28 进行面定位;编码器 - I 48 为高线数光电编码器,与直流伺服电机 - I 1 的转子同轴安装;另一方向的信号检测模式与上述实现方法相同,因此,可基于载荷/变形双路模拟信号及编码器的标定位移数字信号的采集实现单一加载方向的信号检测,同时上述三种信号亦可作为直流伺服电机 - I 1 的脉冲/方向闭环控制模式的反馈信号源,即测试装置可实现恒变形速率、恒载荷速率及恒位移速率三种加载/卸载方式;

[0010] 所述的夹具体单元包含标准试件 25,其通过夹持端的通孔实现其各轴向定位,并与具有单面滚花状结构的四组压板 26、夹具体 - I、II 14、42 及力传感器支承座 - I、II 27、23 通过滚花面的压应力保持接触;夹具体 - I、II 14、42 分别设有凹槽结构分别与下层的滚珠丝杠套筒 - I、II 15、29 的凸棱柱配合安装以实现对其定位;滚珠丝杠套筒 - II 29 与滚珠丝杠法兰 - II 47 刚性连接并整体安装于滑块 57 上;

[0011] 所述的基座单元包含上、下层基座 19、20,分别用于固定电机法兰 - I、II 2、32、蜗杆轴轴承座 - I、II 6、35、滚珠丝杠轴承座 - I、II 10、40、导轨 30 以及精密拉压力传感器 - I、II 28、21,所述上、下层基座 19、20 通过基座连接螺钉 22 刚性连接。

[0012] 本实用新型所述的三级减速机构是由第一级减速机构 - 齿轮减速器 - I 49、第二级减速机构的蜗轮蜗杆副以及第三级减速机构的蜗轮蜗杆副组成的三级大减速比减速机构,所述第二级减速机构的蜗轮蜗杆副由一级蜗杆 - I 3、一级涡轮 - I 4 组成,第三级减速机构的蜗轮蜗杆副由二级蜗杆 - I 7、二级涡轮 - I 9 组成。可提供超低速准静态的加载方式,并实现较大程度的降低转速并提高扭矩。

[0013] 本实用新型所述的标准试件 25 具有双轴完全对称结构,即的应力薄弱区域处于其几何中心位置,且各向结构尺寸均一致。

[0014] 本实用新型所述的双向加载及传动单元各单向载荷施加速度可控,施加方式独立,施加顺序可控。因此就基于此种加载方式,可实现单轴拉伸/压缩模式(仅对试件单一载荷方向施加夹持)、等速双轴拉伸/压缩模式及变速双轴拉伸/压缩模式以及双轴依次加载模式等多种形式的力学测试。

[0015] 本实用新型所述的力传感器支承座 - I、II 27、23 以及滚珠丝杠套筒 - I、II 15、29 上的用于定位的接触面均设有凸棱柱,位移传感器支承座 - I、II 24、17 以及夹具体 - I、II 14、42 上的用于定位的接触面设有凹槽结构与凸棱柱间隙安装以实现定位。

[0016] 本实用新型所述的丝杠内止动套环 51 分别与滚珠丝杠 - I 11 的轴肩及丝杠内止动轴承 46 的内圈保持面接触,丝杠外止动套环 52 分别与丝杠锁紧螺母 - I、II 8、38 及丝杠外止动轴承 45 的内圈保持面接触;同时,蜗杆轴止动轴承 - I、II 50、53 的内圈分别与蜗杆轴 - I、II 5、36 的轴肩保持面接触,上述轴承均为带有凸缘外圈的深沟球轴承,以实现滚珠丝杠 - I、II 11、41 以及蜗杆轴 - I、II 5、36 的轴向定位。

[0017] 本实用新型所述的上、下层基座 19、20 通过基座连接螺钉 22 及定位销进行刚性连接与定位。

[0018] 本实用新型所述的双轴向拉伸/压缩模式扫描电镜下力学测试装置的主体尺寸

为 182mm×44mm×145mm,与 Zeiss EVO 18 型扫描电子显微镜、X 射线衍射仪及光学显微成像组件具有良好的结构兼容性。

[0019] 本实用新型另一方向的驱动加载模式与上述实现方法相同,其中,所述第二级减速机构的蜗轮蜗杆副由一级蜗杆 - II 33、一级涡轮 - II 34 组成,第三级减速机构的蜗轮蜗杆副由二级蜗杆 - II 37、二级涡轮 - II 39 组成。齿轮减速器 - II 56 与直流伺服电机 - II 31 同轴安装,并通过电机法兰 - II 32 与下层基座 20 连接。

[0020] 本实用新型的有益效果在于:与现有的双轴向拉伸测试装置大多仅针对于纺织行业的针织物或其他类薄膜、薄板材料进行力学测试,无法实现实现扫描电镜下的原位观测相比,本实用新型具有体积小,结构紧凑的特点,可与主流商业化扫描电子显微镜(以 Zeiss EVO 18 为例)实现兼容使用,同时亦可安装于原子力显微镜、拉曼光谱仪、X 射线衍射仪、光学显微镜等具有开放式载物结构成像设备的载物平台上,可在上述多类仪器的观测下开展二维或三维宏观试件的原位力学测试,进而对双轴应力作用下各类材料的各向异性力学性能与损伤机制相关性进行深入研究。同时,基于三级减速加载方式,各单轴均可提供超低速准静态的驱动模式,且各轴驱动、传动及检测单元独立,互不干涉,即各轴加载次序及应变速率可控。并通过四路载荷/位移信号的同步检测,结合相关算法,亦可自动拟合生成载荷作用下的应力应变曲线,结合上述原位观测功能,可对各向异性材料在双轴向载荷作用下的力学服役行为及损伤机制进行研究。综上所述,本实用新型对丰富原位力学测试内容和促进材料力学性能测试技术及装备的应用具有一定的理论意义和应用开发前途。

附图说明

[0021] 此处所说明的附图用来提供对本实用新型的进一步理解,构成本申请的一部分,本实用新型的示意性实例及其说明用于解释本实用新型,并不构成对本实用新型的不当限定。

[0022] 图 1 为本实用新型的整体外观结构示意图;

[0023] 图 2 为本实用新型的俯视示意图;

[0024] 图 3 为本实用新型的主视示意图;

[0025] 图 4 为本实用新型的后视示意图;

[0026] 图 5 为本实用新型的试件示意图,其中 F_{t1} 、 F_{c1} 为某一方向的拉伸、压缩载荷, F_{t2} 、 F_{c2} 为另一方向的拉伸、压缩载荷。

[0027] 图中:1、直流伺服电机 - I ;2、电机法兰 - I ; 3、一级蜗杆 - I ; 4、一级涡轮 - I ; 5、蜗杆轴 - I ; 6、蜗杆轴轴承座 - I ; 7、二级蜗杆 - I ; 8、丝杠锁紧螺母 - I ; 9、二级涡轮 - I ; 10、滚珠丝杠轴承座 - I ;11、滚珠丝杠 - I ; 12、位移传感器紧固螺钉 - I ; 13、位移传感器基座 - I ; 14、夹具体 - I ; 15、滚珠丝杠套筒 - I ; 16、位移传感器 - I ; 17、位移传感器支承座 - II ; 18、力传感器连接螺钉; 19、上层基座; 20、下层基座; 21、精密拉压力传感器 - II ; 22、基座连接螺钉; 23、力传感器支承座 - II ; 24、位移传感器支承座 - I ; 25、试件; 26、压板; 27、力传感器支承座 - I ; 28、精密拉压力传感器 - I ; 29、滚珠丝杠套筒 - II ; 30、导轨; 31、直流伺服电机 - II ; 32、电机法兰 - II ; 33、一级蜗杆 - II ; 34、一级涡轮 - II ; 35、蜗杆轴轴承座 - II ; 36、蜗杆轴 - II ; 37、二级蜗杆 - II ; 38、丝杠锁紧螺母 - II ; 39、二级涡轮 - II ; 40、滚珠丝杠轴承座 - II ;

41、滚珠丝杠 - II ; 42、夹具体 - II ; 43、位移传感器 - II ; 44、位移传感器基座 - II ; 45、丝杠外止动轴承 ; 46、丝杠内止动轴承 ; 47、滚珠丝杠法兰 - II ; 48、编码器 - I ; 49、齿轮减速器 - I ; 50、蜗杆轴止动轴承 - I ; 51、丝杠内止动套环 ; 52、丝杠外止动套环 ; 53、蜗杆轴止动轴承 - II ; 54、滚珠丝杠法兰 - I ; 55、编码器 - II ; 56、齿轮减速器 - II ; 57、滑块。

具体实施方式

[0028] 下面结合附图进一步说明本实用新型的详细内容及其具体实施方式。

[0029] 参见图 1 至图 5, 本实用新型的双轴向拉伸 / 压缩模式扫描电镜下力学测试装置, 包括双向加载及传动单元、双向信号检测及控制单元、夹具体单元及基座单元, 所述双向加载及传动单元, 包含精密直流伺服电机、三级减速机构、滚珠丝杠螺母 - 导轨传动机构, 以单向驱动加载为例, 直流伺服电机 - I 1 输出的精密旋转运动通过由三级减速机构实现降低转速、提高扭矩, 并通过精密滚珠丝杠螺母 - 导轨传动机构将旋转运动转换成精密直线运动 ; 所述精密滚珠丝杠螺母 - 导轨传动机构由滚珠丝杠 - I 11、滚珠丝杠法兰 - I 54、滚珠丝杠套筒 - I 15、导轨 30、滑块 57 组成 ; 齿轮减速器 - I 49 与直流伺服电机 - I 1 同轴安装, 并通过电机法兰 - I 2 与下层基座 20 连接, 一级蜗杆 - I 3 通过其上的螺钉与齿轮减速器 - I 49 的输出轴套接, 二级蜗杆 - I 7 套接于蜗杆轴 - I 5 上, 并通过蜗杆轴止动轴承 - I、II 50、53 定位, 滚珠丝杠 - I 11 通过丝杠内、外止动轴承 46、45 及丝杠内、外止动套环 51、52 实现其轴向定位, 并通过滚珠丝杠轴承座 - I 10 与上层基座 19 连接, 滚珠丝杠套筒 - I 15 与滚珠丝杠法兰 - I 54 刚性连接并整体安装于滑块 57 上, 导轨 30 及滑块 57 用于滚珠丝杠套筒 - I 15 的导向, 且基座 20 的设计有两组平行凹槽, 用于导轨 30 的直线定位 ;

[0030] 所述的双向信号检测及控制单元包含精密拉压力传感器 - I、II 28、21、位移传感器 - I、II 16、43 及编码器 - I、II 48、55, 同样以单向信号检测为例说明, 位移传感器 - I 16 的基体部分间隙安装于位移传感器基座 - I 13 内, 并通过位移传感器紧固螺钉 - I 12 对其进行紧固, 其前端可伸缩探头与位移传感器支承座 - I 24 在测试过程中始终保持弹性接触状态, 且位移传感器基座 - I 13 与滚珠丝杠套筒 - I 15 为同一整体结构, 位移传感器支承座 - I 24 与力传感器支承座 - I 27 刚性连接, 且通过位移传感器支承座 - I 24 上的凹槽以及力传感器支承座 - I 上的凸棱柱接触配合定位, 即位移传感器 - I 16 所检测到的实际位移为滚珠丝杠套筒 - I 15 与力传感器支承座 - I 27 之间的相对位移 ; 精密拉压力传感器 - I 28 分别与下层基座 20 及力传感器支承座 - I 27 通过螺纹方式刚性连接, 且下层基座 20 末端设计有台阶面以对精密拉压力传感器 - I 28 进行面定位 ; 编码器 - I 48 为高线数光电编码器, 与直流伺服电机 - I 1 的转子同轴安装 ; 另一方向的信号检测模式与上述实现方法相同, 因此, 可基于载荷 / 变形双路模拟信号及编码器的标定位移数字信号的采集实现单一加载方向的信号检测, 同时上述三种信号亦可作为直流伺服电机 - I 1 的脉冲 / 方向闭环控制模式的反馈信号源, 即测试装置可实现恒变形速率、恒载荷速率及恒位移速率三种加载 / 卸载方式 ;

[0031] 所述的夹具体单元包含标准试件 25, 其通过夹持端的通孔实现其各轴向定位, 并与具有单面滚花状结构的四组压板 26、夹具体 - I、II 14、42 及力传感器支承座 - I、

II 27、23 通过滚花面的压应力保持接触；夹具体 - I、II 14、42 分别设有凹槽结构分别与下层的滚珠丝杠套筒 - I、II 15、29 的凸棱柱配合安装以实现对夹具体的定位；滚珠丝杠套筒 - II 29 与滚珠丝杠法兰 - II 47 刚性连接并整体安装于滑块 57 上；

[0032] 所述的基座单元包含上、下层基座 19、20，分别用于固定电机法兰 - I、II 2、32、蜗杆轴轴承座 - I、II 6、35、滚珠丝杠轴承座 - I、II 10、40、导轨 30 以及精密拉压力传感器 - I、II 28、21，所述上、下层基座 19、20 通过基座连接螺钉 22 刚性连接。

[0033] 本实用新型所述的三级减速机构是由第一级减速机构 - 齿轮减速器 - I 49、第二级减速机构的蜗轮蜗杆副以及第三级减速机构的蜗轮蜗杆副组成的三级大减速比减速机构，所述第二级减速机构的蜗轮蜗杆副由一级蜗杆 - I 3、一级涡轮 - I 4 组成，第三级减速机构的蜗轮蜗杆副由二级蜗杆 - I 7、二级涡轮 - I 9 组成。可提供超低速准静态的加载方式，并实现较大程度的降低转速并提高扭矩。

[0034] 本实用新型所述的标准试件 25 具有双轴完全对称结构，即的应力薄弱区域处于其几何中心位置，且各向结构尺寸均一致。

[0035] 本实用新型所述的双向加载及传动单元各单向载荷施加速度率可控，施加方式独立，施加顺序可控。因此就基于此种加载方式，可实现单轴拉伸 / 压缩模式（仅对试件单一载荷方向施加夹持）、等速双轴拉伸 / 压缩模式及变速双轴拉伸 / 压缩模式以及双轴依次加载模式等多种形式的力学测试。

[0036] 本实用新型所述的力传感器支承座 - I、II 27、23 以及滚珠丝杠套筒 - I、II 15、29 上的用于定位的接触面均设有凸棱柱，位移传感器支承座 - I、II 24、17 以及夹具体 - I、II 14、42 上的用于定位的接触面设有凹槽结构与凸棱柱间隙安装以实现定位。

[0037] 本实用新型所述的丝杠内止动套环 51 分别与滚珠丝杠 - I 11 的轴肩及丝杠内止动轴承 46 的内圈保持面接触，丝杠外止动套环 52 分别与丝杠锁紧螺母 - I、II 8、38 及丝杠外止动轴承 45 的内圈保持面接触；同时，蜗杆轴止动轴承 - I、II 50、53 的内圈分别与蜗杆轴 - I、II 5、36 的轴肩保持面接触，上述轴承均为带有凸缘外圈的深沟球轴承，以实现滚珠丝杠 - I、II 11、41 以及蜗杆轴 - I、II 5、36 的轴向定位。

[0038] 本实用新型所述的上、下层基座 19、20 通过基座连接螺钉 22 及定位销进行刚性连接与定位。

[0039] 本实用新型所述的双轴向拉伸 / 压缩模式扫描电镜下力学测试装置的主体尺寸为 182mm×44mm×145mm，与 Zeiss EVO 18 型扫描电子显微镜、X 射线衍射仪及光学显微成像组件具有良好的结构兼容性。

[0040] 本实用新型另一方向的驱动加载模式与上述实现方法相同，其中，所述第二级减速机构的蜗轮蜗杆副由一级蜗杆 - II 33、一级涡轮 - II 34 组成，第三级减速机构的蜗轮蜗杆副由二级蜗杆 - II 37、二级涡轮 - II 39 组成。齿轮减速器 - II 56 与直流伺服电机 - II 31 同轴安装，并通过电机法兰 - II 32 与下层基座 20 连接。

[0041] 参见图 1 至图 5，本实用新型所涉及的一种双轴向拉伸 / 压缩模式扫描电镜下力学测试装置，该装置的整体尺寸约为 182mm×44mm×145mm，是根据 Zeiss EVO 18 型扫描电子显微镜的真空腔体尺寸和成像条件所设计的，其整体结构可安装在此型号扫描电镜的五轴载物工作台，其中，直流伺服电机的绕组引线，编码器的引线，以及四路载荷 / 位移传感器的引线均通过扫描电镜封闭舱门上的通孔外接出真空腔体外部，通过相应的工艺进行接口

出的密封,并同数据采集卡、伺服控制器及计算机等构成双轴向拉伸 / 压缩原位力学测试系统。

[0042] 其中涉及到的元器件和具体型号可采用:位移传感器 - I、II 16、43 的型号为 MA-5 型、精密拉压力传感器 - I、II 28、21 的型号为 H32C 型、直流伺服电机 - I、II 1、31 的型号为 EC-13 型、编码器 - I、II 48、55 的型号为 MR M-512 型、齿轮减速器 - I、II 49、56 的型号为 GP13-A 型。位移传感器和拉压力传感器用以同步检测双轴向拉伸 / 压缩过程中的位移 / 载荷信号,为轴向拉伸 / 压缩原位力学测试系统的闭环控制提供包括变形速率控制、载荷速率控制两种数字 / 模拟反馈信号源,或通过编码器提供的标定位移信号,为力学测试系统提供半闭环反馈信号,对直流伺服电机的控制方式为脉冲 / 方向控制模式。结合 Accelnet 型伺位置控制单元对直流伺服电机进行精确的角位移控制,从而保证测试过程中试件 25 的应变速率可调并输出给定扭矩值。

[0043] 以金属材料的双轴拉伸 / 压缩测试为例,在测试前的材料准备阶段,需采用线切割加工方法试制出标准尺寸的试件 25,并利用研磨、抛光设备通过单面抛光处理得到可用于高分辨率显微成像监测的较好表面光洁度,或通过化学腐蚀等工艺得到金相等显微形貌,以便于在微观尺度下的新现象的发现及材料缺陷的定性、定量评估,如有必要,亦可在试件的中央部分预制出特定形状的缺口,以便对材料初始裂纹萌生及裂纹扩展的原位观测。然后将被测试件 25 装夹在两组夹具体 - I、II 14、42 及力传感器支承座 - I、II 27、23 上,标准试件 25 具有双轴对称结构,两组夹具体及力传感器支承座均具有用于定位试件的通孔,即通过与试件 25 夹持端的通孔配合实现试件 25 的各轴向定位,之后通过四组压板 26 利用高强度螺栓紧固连接。两组夹具体 - I、II 14、42、力传感器支承座 - I、II 27、23 及四组压板 26 均具有单面滚花状结构并与试件 25 以正压力方式保持面接触。进一步,通过调整夹具的位置及利用水平仪和千分表的检测来保证试件测试过程中的共面性和准确位置。在此基础上,可对试件 25 的拟定观测点做适当标记。之后,关闭 Zeiss EVO 18 型扫描电子显微镜真空腔密闭挡板并通过扫描电镜自身的五轴载物平台在 XOY 平面内找到拟定测试点的标记位置。

[0044] 然后,给定各轴拉伸 / 压缩测试的变形速率或载荷速率控制方式,以编码器标定位移控制为例,需计算出三级减速机构的减速比后,确定单个脉冲触发所对应的夹具体的位移量,即通过测试算法程序设定测试条件和参数,在时序脉冲控制信号作用以脉冲 / 方向模式驱动直流伺服电机 - I、II 1、31 输出精确角位移,通过三级减速机构的的减速、增距及滚珠丝杠 - I II 11、41 运动转换最终实现对试件 25 的超低速准静态加载,如前所述,各轴的加载速率、方向相互独立,测试过程中精密拉压力传感器 - I、II 28、21 对双轴拉伸 / 压缩轴向的载荷 F 进行检测; ;同时试件的变形量 l 由位移传感器 - I、II 16、43 同步拾取,四路信号通过模数转换并进行必要的信号调理后送入计算机。

[0045] 在测试的整个过程中,被测试件 25 在双轴载荷作用下材料的变形、损伤情况由高放大倍率的扫描电子显微镜成像系统进行动态监测,且因为所使用的第二级减速机构 - 蜗轮蜗杆副由一级蜗杆 - I 3、一级涡轮 - I 4 组成、第三级减速机构 - 蜗轮蜗杆副由二级蜗杆 - I 7、二级涡轮 - I 9 组成以及滚珠丝杠 - I II 11、41 均具有自锁功能,即在扫描电镜图像采集阶段,被测试件 25 不会因为直流伺服电机 - I、II 1、31 在暂时停转而产生弹性回复现象在此基础上,结合上位机调试软件亦可实时获取表征材料力学性能的应力 - 应变曲

线、弹性模量、屈服强度及抗拉强度等重要力学参数。

[0046] 以上所述仅为本实用新型的优选实例而已,并不用于限制本实用新型,对于本领域的技术人员来说,本实用新型可以有各种更改和变化。凡在本实用新型的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本实用新型的保护范围之内。

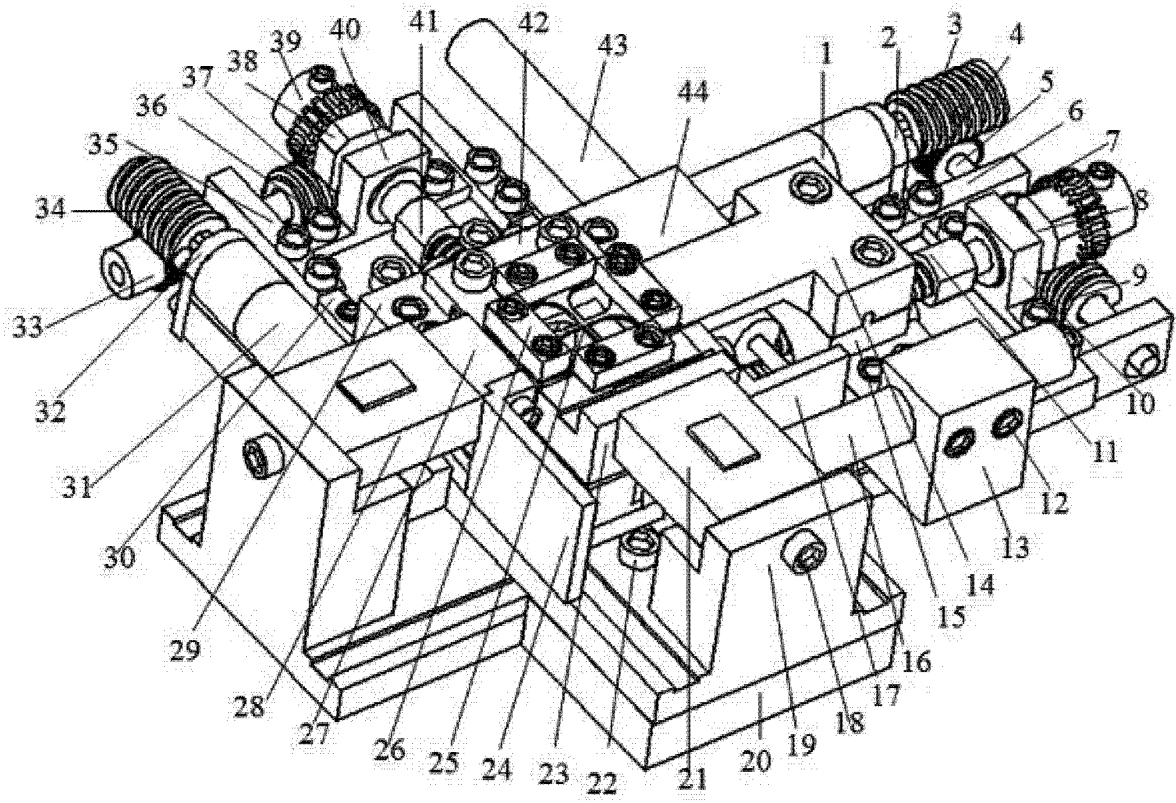


图 1

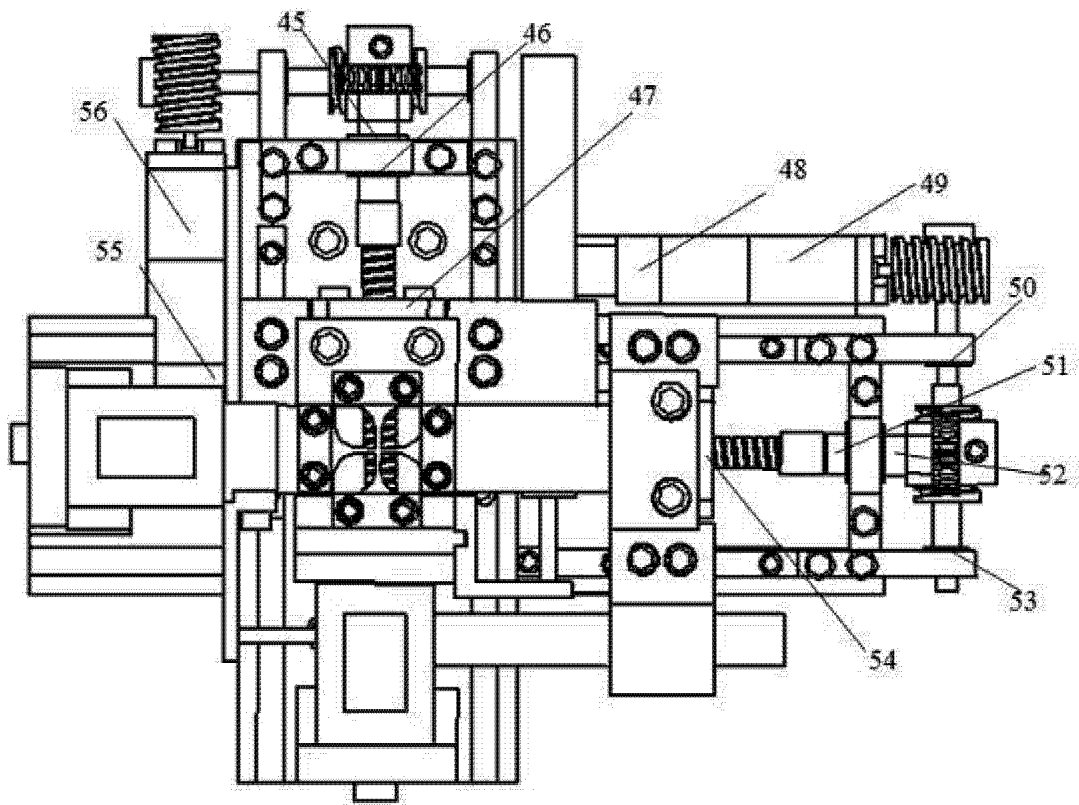


图 2

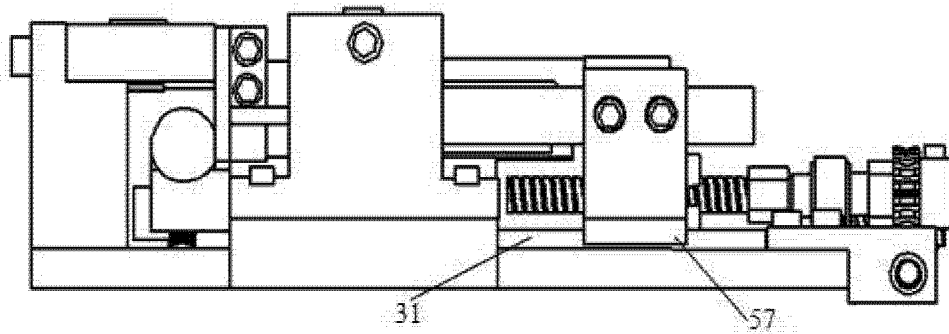


图 3

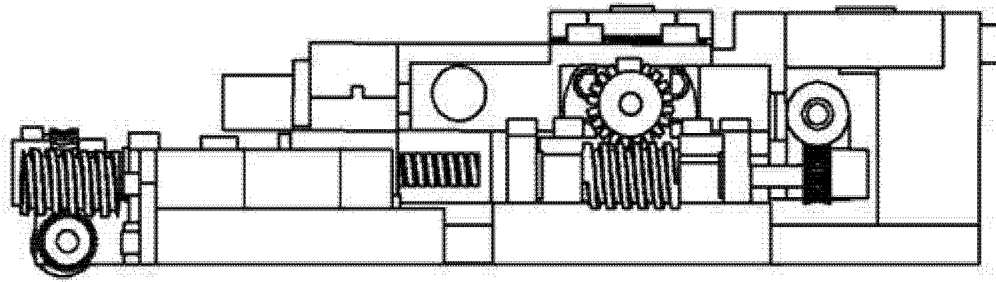


图 4

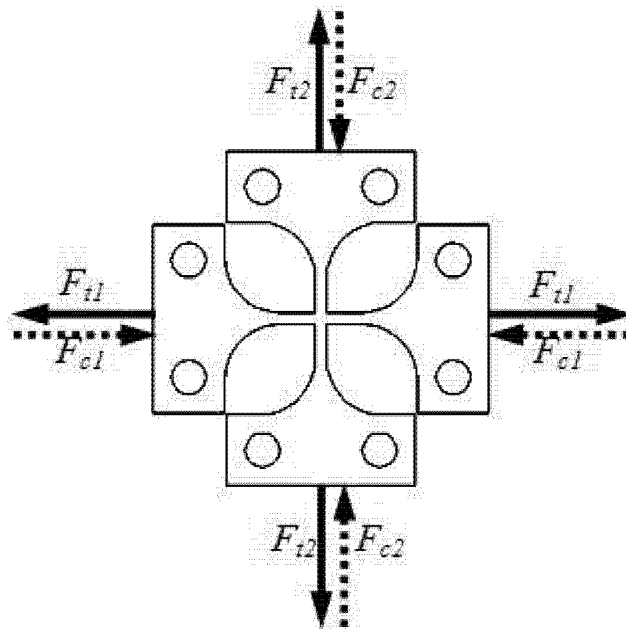


图 5