



(10) 授权公告号 CN 113624605 B

(45) 授权公告日 2024. 06. 11

(21) 申请号 202110939950.0

(22) 申请日 2021.08.16

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 113624605 A

(43) 申请公布日 2021.11.09

(73) 专利权人 陕西大工旭航电磁科技有限公司

地址 710072 陕西省西安市碑林区友谊西

路127号西工大创新大厦B座411室

(72) 发明人 曹增强 王晓荷 张铭豪

(74) 专利代理机构 北京一枝笔知识产权代理事

务所(普通合伙) 11791

专利代理师 郑怿

(51) Int. Cl.

G01N 3/08 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 103207122 A, 2013.07.17

CN 209264424 U, 2019.08.16

CN 107063899 A, 2017.08.18

CN 208937440 U, 2019.06.04

CN 205593857 U, 2016.09.21

US 2009039903 A1, 2009.02.12

CN 109297842 A, 2019.02.01

CN 201885864 U, 2011.06.29

CN 108267366 A, 2018.07.10

Yangjie Zuo 等. Dynamic behavior of CFRP/Ti single-lap pinned joints under longitudinal electromagnetic dynamic loading.《Composite Structures》.2018,第184卷第362-371页.

审查员 刘瑜轩

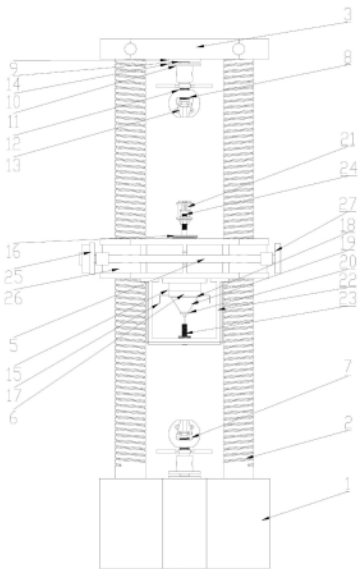
权利要求书2页 说明书6页 附图7页

(54) 发明名称

基于电磁力加载的中应变率实验装置

(57) 摘要

本发明公开了基于电磁力加载的中应变率实验装置,属于试验装置的技术领域,其中,所述装置由机械结构、数据采集系统和控制系统三大部分组成,三者配合用以完成试件的中应变率冲击拉伸或压缩实验;本发明,有效解决了目前受实验设备限制和试件尺寸要求严格而无法完善材料在中应变率区的动态力学性能以及有效评估材料在实际工况中力学行为等问题。



1. 基于电磁力加载的中应变率实验装置,其特征在于,所述装置由机械结构、数据采集系统和控制系统三大部分组成,三者配合用以完成试件的中应变率冲击拉伸或压缩实验;其中,

机械结构由底座、丝杆、顶座、夹具组件、电动/手摇升降台组件和驱动组件组成,两个所述丝杆设置在底座上,且直通底座底端与底座固定安装,所述顶座设置于丝杆的上端部,且通过销钉穿孔固定安装,所述夹具组件包括上夹具组件和下夹具组件,分别用于对试件上端和下端进行夹持锁紧,所述上夹具组件固定于顶座的下表面,且下夹具组件固定于底座的上表面,所述电动/手摇升降台组件套装于两个所述丝杆的外围,且通过蜗杆与丝杆之间齿合连接,所述驱动组件设置在电动/手摇升降台组件上,用于在压缩试验前对试件的上端进行顶紧,压缩试验时冲击力对试件的压缩变形,或在拉伸试验前对试件的下端进行夹紧,拉伸试验时冲击力对试件的拉伸变形;

数据采集系统包括载荷采集器和位移采集器,分别用于压缩/拉伸试验时采集试件所受的载荷数据,以及用于拉伸试验时采集试件拉伸应变数据;

控制系统包括微型PLC、触摸屏和主充放电电路,用于根据试件具体冲击测试的加载要求,对冲击电压和放电电容进行设置,同时进行充电和加载控制;

驱动组件包括线圈轴承座、减震缓冲块、放电线圈、感应线圈、驱动头、连接杆、小夹具组件、缓冲器和小台架,所述线圈轴承座由上轴承座和下轴承座两部分通过螺栓装配组成,上轴承座两边开设有方便线圈进出线的铜排引出槽,上轴承座和下轴承座中心位置还开设有圆形通孔,下轴承座通过螺栓与工作台固定连接,所述减震缓冲块由缓冲块和固定块组成,用于降低连接杆拉伸后对工作台表面带来的撞击力;

所述电动/手摇升降台组件由伺服电机、工作台和手动转盘组成,所述工作台中心开设有以便连接杆穿过的通孔,实现试件冲击拉伸或压缩试验时连接杆沿通孔进行轴向运动,所述工作台两侧为带内螺纹通孔,以便丝杆穿过,所述伺服电机和手动转盘通过蜗杆驱动与丝杆齿合连接,从而带动工作台沿丝杆轴向移动,伺服电机和手动转盘分别实现工作台的高速进给和微进给运动;

所述缓冲块为中空橡胶垫,且中心开设有圆形通孔,所述的固定块为金属材质,其中心开设有圆形通孔,且通过螺栓与工作台上表面固定连接,所述放电线圈为带中心圆孔的饼状线圈,用于产生强磁场,其放置于线圈轴承座的上轴承座与下轴承座之间,且线圈进出线通过上轴承座两侧开槽引出,所述感应线圈为圆饼状铜板,其中心开设有圆形通孔,并通过螺栓与驱动头相连接,所述驱动头为锥形结构,其中心开设有通孔,用于对电磁力应力波进行放大,所述连接杆一端带凸台,另一端为外螺纹,中间段为光杆,连接杆的外螺纹端从下到上依次穿过驱动头、感应线圈、放电线圈、线圈轴承座、工作台和减震缓冲块的中心圆孔,所述缓冲器为可调量程液压缓冲器,在进行拉伸试验前,其与连接杆凸台紧密接触,保证放电线圈、感应线圈、驱动头与连接杆的凸台互相紧密贴合,所述小台架为四腿倒挂台架,其四根腿端部开通孔,与工作台通过螺栓相连接,台面中间开设有圆形通孔,用于安装缓冲器,台面两侧开圆形通孔,方便放电电缆线的穿过与固定;

所述连接杆的外螺纹端根据拉伸试验和压缩试验的不同而更换挡块或小夹具组件;

在进行试件中应变率压缩试验时,将试件的下端用下夹具组件夹持固定,并将试件的上端由驱动组件中的连接杆的凸台顶紧,试件夹持顶紧完成后,根据具体冲击测试的加载

要求,使用控制系统对冲击电压进行设置,设置完成交流电经变压器升压后经整流给电容充电,然后瞬间电容器放电释放能力,线圈内部便产生瞬时电流,该电流在放电线圈周围产生变化的脉冲磁场,磁场穿过感应线圈形成涡流,瞬时磁场和涡流相互作用产生瞬时电磁力作用于感应线圈,感应线圈通过驱动头传递冲击力至连接杆凸台上,冲击力通过连接杆的凸台进而传递到试件上,完成试件的中应变率压缩试验;

在进行试件中应变率拉伸试验时,机械结构与压缩试验的不同在于:夹持固定试件的夹具由压缩试验的一端由下夹具组件夹持固定,另一端由驱动组件中的连接杆凸台端面顶紧,更换为试件一端由上夹具组件夹持,上夹具组件与顶座下表面开孔通过螺栓固定,并且上夹具组件与下夹具组件组成部分完全一致,试件的另一端需将压缩试验的挡块旋下,替换为小夹具组件,根据设计试件尺寸,调节电动/手摇升降台,使上夹具组件与小夹具组件间的距离满足试件夹紧要求;试件夹持完毕,根据具体冲击测试的加载要求,使用控制系统对冲击电压进行设置,电容器放电后产生冲击力,冲击力通过连接杆带动小夹具组件向下运动最终实现对试件的中应变率冲击拉伸实验。

2.根据权利要求1所述的基于电磁力加载的中应变率实验装置,其特征在于,所述上夹具组件和下夹具组件皆包括固定块、压板、夹具底座、夹具体和楔形块一,所述固定块上通过安装螺栓与顶座下表面或底座上表面装配连接,所述压板为T型块,通过内六角螺栓与固定块固定连接,所述夹具底座通过安装螺栓与压板上表面装配链接,所述夹具体通过销钉与夹具底座装配连接,所述楔形块一通过螺栓及挡片与夹具体内部装配固定。

3.根据权利要求1所述的基于电磁力加载的中应变率实验装置,其特征在于,所述驱动头、感应线圈、放电线圈、线圈轴承座、工作台和减震缓冲块之间呈同心分布,用于保证加载时试件测试区处于单向应力状态。

4.根据权利要求1所述的基于电磁力加载的中应变率实验装置,其特征在于,所述挡块为外径大于工作台中心圆孔直径的圆饼状带内螺纹孔铸铁块。

5.根据权利要求1所述的基于电磁力加载的中应变率实验装置,其特征在于,所述小夹具组件由U型夹头、M24螺母、楔形块二和约束框组成,所述U型夹头中心带内螺纹通孔,两侧面分别开设有4个带螺纹通孔,所述楔形块二与U型夹头配合使用,其与U型夹头接触面侧开设有带螺纹孔,另一侧沿45°方向滚花,用以增大摩擦力,当更换不同规格的楔形块二时,可夹持不同尺寸的试件,所述约束框为方形金属框,其安装于U型夹头外侧,用于锁紧小夹具组件,在进行拉伸实验时,U型夹头通孔穿过连接杆的螺纹端通过M24螺母在通孔上下锁紧U型夹头,完成与连接杆的连接,冲击力通过连接杆带动小夹具组件完成对试件的高速冲击拉伸。

6.根据权利要求2所述的基于电磁力加载的中应变率实验装置,其特征在于,所述载荷采集器为压电力传感器,其穿过T型压板并安装在固定块与压板之间,所述位移采集器为高速相机,其通过非接触测量方式实现试件标矩段拉伸应变的直接测量。

基于电磁力加载的中应变率实验装置

技术领域

[0001] 本发明属于材料的动态力学测试装置技术领域,具体涉及基于电磁力加载的中应变率实验装置。

背景技术

[0002] 研究材料的动态力学性能是固体力学和材料科学中的一个前沿方向。大量试验结果表明,在不同的应变率下,材料的力学性能往往不同。特别是在冲击载荷作用下,材料往往表现出与准静态载荷下不同的力学行为。根据材料在不同应变率范围内的应力应变曲线可以发现,由于受实验设备的限制,缺乏试验数据的中应变率区恰是材料性能由应变率不敏感到应变率敏感的转变区。除此之外,在实际工况中材料和结构往往处在中应变率作用下,然对其力学行为的研究还主要集中在低应变率的热变形和组织演化规律等方面,如果在动态加载结构的分析和设计中使用准静态数据,将会导致不当设计或早期结构故障。由此可知探索材料力学性能在中应变率区的应变率相关性是十分必要的,且对于工程应用有重要价值。然而,不论是分离式Hopkinson拉压扭杆试验技术、高速液压伺服材料试验机还是现代电液伺服试验机(MTS)均因各自存在的限制因素无法实现材料在 $10^{-1}\text{s}^{-1} \sim 10^3\text{s}^{-1}$ 应变率范围内力学性能的中应变率试验。这意味着对于研究材料力学性能具有重要意义的中应变率试验装置的发明迫在眉睫。

[0003] 利用脉冲电磁力冲击加载原理开发的中应变率拉压一体实验装置是在电磁铆接系统的基础上研发出来的。基于电磁铆接成型加载原理开发的中应变率实验装置可用于测试材料结构在中高速加载下的力学特性及其损伤演化机理,从而研究材料在不同应变速率下的性能和机理变化。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供基于电磁力加载的中应变率实验装置,其能够实现材料在 $10^{-1}\text{s}^{-1} \sim 10^3\text{s}^{-1}$ 应变率范围内力学性能的中应变率试验,可以解决上述背景技术中提出的问题。

[0005] 为实现上述目的,本发明提供如下技术方案:基于电磁力加载的中应变率实验装置,所述装置由机械结构、数据采集系统和控制系统三大部分组成,三者配合用以完成试件的中应变率冲击拉伸或压缩实验;其中,

[0006] 机械结构由底座、丝杆、顶座、夹具组件、电动/手摇升降台组件和驱动组件组成,两个所述丝杆设置在底座上,且直通底座底端与底座固定安装,所述顶座设置于丝杆的上端部,且通过销钉穿孔固定安装,所述夹具组件包括上夹具组件和下夹具组件,分别用于对试件上端和下端进行夹持锁紧,所述上夹具组件固定于顶座的下表面,且下夹具组件固定于底座的上表面,所述电动/手摇升降台组件套装于两个所述丝杆的外围,且通过蜗杆与丝杆之间齿合连接,所述驱动组件设置在电动/手摇升降台组件上,用于在压缩试验前对试件的上端进行顶紧,压缩试验时冲击力对试件的压缩变形,或在拉伸试验前对试件的下端进

行夹紧,拉伸试验时冲击力对试件的拉伸变形;

[0007] 数据采集系统包括载荷采集器和位移采集器,分别用于压缩/拉伸试验时采集试件所受的载荷数据,以及用于压缩/拉伸试验时采集试件拉伸应变数据;

[0008] 控制系统包括微型PLC、触摸屏和主充放电电路,用于根据试件具体冲击测试的加载要求,对冲击电压、放电电容进行设置,同时进行充电和加载控制。

[0009] 作为本发明的进一步改进,所述电动/手摇升降台组件由伺服电机、工作台和手动转盘组成,所述工作台中心开设有以便连接杆穿过的通孔,实现试件冲击拉伸或压缩试验时连接杆沿通孔进行轴向运动,所述工作台两侧为带内螺纹通孔,以便丝杆穿过,所述伺服电机和手动转盘通过蜗杆驱动与丝杆齿合连接,从而带动工作台沿丝杆轴向移动,伺服电机和手动转盘分别实现工作台的高速进给和微进给运动。

[0010] 作为本发明的进一步改进,所述上夹具组件和下夹具组件皆包括固定块、压板、夹具底座、夹具体和楔形块一,所述固定块上通过安装螺栓与顶座下表面或底座上表面装配连接,所述压板为T型块,通过内六角螺栓与固定块固定连接,所述夹具底座通过安装螺栓与压板上表面装配链接,所述夹具体通过销钉与夹具底座装配连接,所述楔形块一通过螺栓及挡片与夹具体内部装配固定,可根据试件形状、尺寸的不同方便、快捷的更换适用的楔形块一,达到夹紧试件的、安全试验的目的。

[0011] 作为本发明的进一步改进,所述驱动组件包括线圈轴承座、减震缓冲块、放电线圈、感应线圈、驱动头、连接杆、小夹具组件、缓冲器和小台架,所述线圈轴承座由上轴承座和下轴承座两部分通过螺栓装配组成,上轴承座两边开设有方便线圈进出线的铜排引出槽,上轴承座和下轴承座中心位置还开设有圆形通孔,下轴承座通过螺栓与工作台固定连接,所述减震缓冲块由缓冲块和固定块组成,用于降低连接杆拉伸后对工作台表面带来的撞击力。

[0012] 作为本发明的进一步改进,所述缓冲块为中空橡胶垫,且中心开设有圆形通孔,所述的固定块为金属材质,其中心开设有圆形通孔,且通过螺栓与工作台上表面固定连接,所述放电线圈为带中心圆孔的饼状线圈,用于产生强磁场,其放置于线圈轴承座的上轴承座与下轴承座之间,且线圈进出线通过上轴承座两侧开槽引出,所述感应线圈为圆饼状铜板,其中心开设有圆形通孔,并通过螺栓与驱动头相连接,所述驱动头为锥形结构,其中心开设有通孔,用于对电磁力应力波进行放大,所述连接杆一端带凸台,另一端为外螺纹,中间段为光杆,连接杆的外螺纹端从下到上依次穿过驱动头、感应线圈、放电线圈、线圈轴承座、工作台和减震缓冲块的中心圆孔,所述缓冲器为可调量程液压缓冲器,在进行拉伸试验前,其与连接杆凸台紧密接触,保证放电线圈、感应线圈、驱动头与连接杆的凸台互相紧密贴合,所述小台架为四腿倒挂台架,其四根腿端部开通孔,与工作台通过螺栓相连接,台面中间开设有圆形通孔,用于安装缓冲器,台面两侧开圆形通孔,方便放电电缆线的穿过与固定。

[0013] 需要说明的是,放电线圈、感应线圈、驱动头、连接杆凸台互相紧密贴合,控制系统触发脉冲电源放电,放电瞬间放电线圈上产生瞬时大电流形成脉冲强磁场,磁场穿过感应线圈形成涡流,瞬时磁场和涡流相互作用产生瞬时电磁力作用于感应线圈,感应线圈通过驱动头传递冲击力至连接杆凸台上。在进行压缩实验时,试件一端顶紧连接杆的凸台,另一端由下夹具组件夹持,冲击力通过连接杆凸台进而传递到试验上,完成压缩试验;而在进行拉伸实验时,U型夹头通孔穿过连接杆螺纹端通过M24螺母在通孔上下锁紧U型夹头,完成与

连接杆的连接。试件一端由小夹具夹持,另一端由上拉伸静夹具组件夹持,冲击力通过连接杆带动小夹具向下运动最终实现对材料结构的高速冲击拉伸。

[0014] 实际上,本发明试验装置的控制系統以专利号为CN202011575984.8的专利“电磁铆接控制系统及方法”为基础。其在试件实验过程中,根据具体冲击测试的加载要求,控制系统对冲击电压、放电电容进行设置,同时进行充电和加载控制。

[0015] 作为本发明的进一步改进,所述驱动头、感应线圈、放电线圈、线圈轴承座、工作台和减震缓冲块之间呈同心分布,用于保证加载时试件测试区处于单向应力状态。

[0016] 作为本发明的进一步改进,所述连接杆的外螺纹端根据拉伸试验和压缩试验的不同而更换挡块或小夹具组件。

[0017] 作为本发明的进一步改进,所述挡块为外径大于工作台中心圆孔直径的圆饼状带内螺纹孔铸铁块。

[0018] 作为本发明的进一步改进,所述小夹具组件由U型夹头、M24螺母、楔形块二和约束框组成,所述U型夹头中心带内螺纹通孔,两侧面分别开设有4个带螺纹通孔,所述楔形块二与U型夹头配合使用,其与U型夹头接触面侧开设有带螺纹孔,另一侧沿45°方向滚花,用以增大摩擦力,当更换不同规格的楔形块二时,可夹持不同尺寸的试件,所述约束框为方形金属框,其安装于U型夹头外侧,用于锁紧小夹具组件,在进行拉伸实验时,U型夹头通孔穿过连接杆螺纹端通过M24螺母在通孔上下锁紧U型夹头,完成与连接杆的连接,冲击力通过连接杆带动小夹具组件完成对试件的高速冲击拉伸。

[0019] 作为本发明的进一步改进,所述载荷采集器为压电力传感器,其穿过T型压板并安装在固定块与压板之间,所述位移采集器为高速相机,其通过非接触测量方式实现试件标距段拉伸应变的直接测量。

[0020] 由于压电力传感器呈环状,测量铆接力时,不能直接击打传感器的表面,必须设计合理的装夹装置,传感器必须固定在稳定的物体上,首先将传感器通过内六角螺栓和压板固定在固定板上,旋紧螺栓,使压板对传感器施加一个预紧力,保证压板、固定板与传感器上下表面紧密贴合,压板完全覆盖传感器上表面的小凸台。同时压板与固定板之间留有间隙,使固定板不对压板提供支持力,力完全用于传感器的变形;固定板上设有安装螺栓的圆孔,可以将传感器固定在底座的水平面上;

[0021] 在对试件进行拉伸试验的过程中,试验前对试件标距段区域喷涂散斑,用高速摄像机实时采集目标区域变形阶段的散斑图像,利用数字图像相关算法经后处理实现试件表面变形点的匹配;根据各点的视差数据和预先标定得到的相机参数重建物面计算点的三维坐标,并通过比较每一变形状态测量区域内各点的三维坐标的变化得到物面的位移场,进一步计算得到物面应变场;经后处理分析可得到多组长度一致的点对应变信息,取其平均值作为标距段的动态拉伸应变数据;并同时在试验过程中,高速摄像机和试验机采集系统同步触发。

[0022] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:

[0023] 本发明,有效解决了目前受实验设备限制和试件尺寸要求严格而无法完善材料在中应变率区的动态力学性能以及有效评估材料在实际工况中力学行为等问题。

附图说明

- [0024] 图1为本发明的基于电磁力加载的中应变率实验装置机械结构示意图；
- [0025] 图2为本发明的机械结构的三维结构示意图；
- [0026] 图3为本发明的控制系统的三维结构示意图；
- [0027] 图4为本发明的载荷采集器安装的结构示意图；
- [0028] 图5为本发明的线圈轴承座的三维结构示意图。
- [0029] 图6为本发明的减震缓冲块的三维结构示意图。
- [0030] 图7为本发明的小夹具组件的三维结构示意图。
- [0031] 图中：1、底座；2、丝杆；3、顶座；4、夹具组件；5、电动/手摇升降台组件；6、驱动组件；7、下夹具组件；8、上夹具组件；9、固定块；10、压板；11、夹具底座；12、夹具体；13、楔形块一；14、压电力传感器；15、线圈轴承座；16、减震缓冲块；17、放电线圈；18、感应线圈；19、驱动头；20、连接杆；21、小夹具组件；22、缓冲器；23、小台架；24、挡块；25、伺服电机；26、工作台；27、手动转盘；28、上轴承座；29、下轴承座；30、缓冲块；31、固定块；32、U型夹头；33、M24螺母；34、楔形块二；35、约束框。

具体实施方式

[0032] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0033] 如图1-7所示,本发明基于电磁力加载的中应变率实验装置,所述装置由机械结构、数据采集系统和控制系统三大部分组成,三者配合用以完成试件的中应变率冲击拉伸或压缩实验;其中,

[0034] 机械结构由底座1、丝杆2、顶座3、夹具组件4、电动/手摇升降台组件5和驱动组件6组成,两个所述丝杆2设置在底座1上,且直通底座1底端与底座1固定安装,所述顶座3设置于丝杆2的上端部,且通过销钉穿孔固定安装,所述夹具组件4包括上夹具组件8和下夹具组件7,分别用于对试件上端和下端进行夹持锁紧,所述上夹具组件8固定于顶座的下表面,且下夹具组件7固定于底座3的上表面,所述电动/手摇升降台组件5套装于两个所述丝杆2的外围,且通过蜗杆与丝杆2之间齿合连接,所述驱动组件6设置在电动/手摇升降台组件5上,用于在压缩试验前对试件的上端进行顶紧,压缩试验时冲击力对试件的压缩变形,或在拉伸试验前对试件的下端进行夹紧,拉伸试验时冲击力对试件的拉伸变形;

[0035] 数据采集系统包括载荷采集器和位移采集器,分别用于压缩/拉伸试验时采集试件所受的载荷数据,以及用于压缩/拉伸试验时采集试件拉伸应变数据;

[0036] 控制系统包括微型PLC、触摸屏和主充放电电路,用于根据试件具体冲击测试的加载要求,对冲击电压、放电电容进行设置,同时进行充电和加载控制。

[0037] 具体的,所述电动/手摇升降台组件5由伺服电机25、工作台26和手动转盘27组成,所述工作台26中心开设有以便连接杆20穿过的通孔,实现试件冲击拉伸或压缩试验时连接杆20沿通孔进行轴向运动,所述工作台26两侧为带内螺纹通孔,以便丝杆2穿过,所述伺服电机25和手动转盘27通过蜗杆驱动与丝杆2齿合连接,从而带动工作台26沿丝杆2轴向移动,伺服电机25和手动转27盘分别实现工作台26的高速进给和微进给运动。

[0038] 具体的,所述上夹具组件8和下夹具组件9皆包括固定块9、压板10、夹具底座11、夹具体12和楔形块一13,所述固定块9上通过安装螺栓与顶座3下表面或底座1上表面装配连接,所述压板10为T型块,通过内六角螺栓与固定块9固定连接,所述夹具底座11通过安装螺栓与压板10上表面装配链接,所述夹具体12通过销钉与夹具底座11装配连接,所述楔形块一13通过螺栓及挡片与夹具体12内部装配固定,可根据试件形状、尺寸的不同方便、快捷的更换适用的楔形块一13,达到夹紧试件的、安全试验的目的。

[0039] 具体的,所述驱动组件6包括线圈轴承座15、减震缓冲块16、放电线圈17、感应线圈18、驱动头19、连接杆20、小夹具组件21、缓冲器22和小台架23,所述线圈轴承座15由上轴承座28和下轴承座29两部分通过螺栓装配组成,上轴承座28两边开设有方便线圈进出线的铜排引出槽,上轴承座28和下轴承座29中心位置还开设有圆形通孔,下轴承座29通过螺栓与工作台29固定连接,所述减震缓冲块16由缓冲块30和固定块31组成,用于降低连接杆20拉伸后对工作台26表面带来的撞击力。

[0040] 具体的,所述缓冲块30为中空橡胶垫,且中心开设有圆形通孔,所述的固定块31为金属材质,其中心开设有圆形通孔,且通过螺栓与工作台26上表面固定连接,所述放电线圈17为带中心圆孔的饼状线圈,用于产生强磁场,其放置于线圈轴承座15的上轴承座28与下轴承座29之间,且线圈进出线通过上轴承座28两侧开槽引出,所述感应线圈18为圆饼状铜板,其中心开设有圆形通孔,并通过螺栓与驱动头19相连接,所述驱动头19为锥形结构,其中心开设有通孔,用于对电磁力应力波进行放大,所述连接杆20一端带凸台,另一端为外螺纹,中间段为光杆,连接杆20的外螺纹端从下到上依次穿过驱动头19、感应线圈18、放电线圈17、线圈轴承座15、工作台26和减震缓冲块16的中心圆孔,所述缓冲器22为可调量程液压缓冲器,在进行拉伸试验前,其与连接杆20的凸台紧密接触,保证放电线圈17、感应线圈18、驱动头19与连接杆20的凸台互相紧密贴合,所述小台架23为四腿倒挂台架,其四根腿端部开通孔,与工作台26通过螺栓相连接,台面中间开设有圆形通孔,用于安装缓冲器22,台面两侧开圆形通孔,方便放电电缆线的穿过与固定。

[0041] 具体的,所述驱动头19、感应线圈18、放电线圈17、线圈轴承座15、工作台26和减震缓冲块16之间呈同心分布,用于保证加载时试件测试区处于单向应力状态。

[0042] 具体的,所述连接杆20的外螺纹端根据拉伸试验和压缩试验的不同而更换挡块24或小夹具组件21。

[0043] 具体的,所述挡块20为外径大于工作台中心圆孔直径的圆饼状带内螺纹孔铸铁块。

[0044] 具体的,所述小夹具组件21由U型夹头32、M24螺母33、楔形块二34和约束框35组成,所述U型夹头32中心带内螺纹通孔,两侧面分别开设有4个带螺纹通孔,所述楔形块二34与U型夹头32配合使用,其与U型夹头32接触面侧开设有带螺纹孔,另一侧沿45°方向滚花,用以增大摩擦力,当更换不同规格的楔形块二34时,可夹持不同尺寸的试件,所述约束框35为方形金属框,其安装于U型夹头32外侧,用于锁紧夹具组件,在进行拉伸实验时,U型夹头32通孔穿过连接杆20的螺纹端通过M24螺母33在通孔上下锁紧U型夹头32,完成与连接杆20的连接,冲击力通过连接杆20带动小夹具组件21完成对试件的高速冲击拉伸。

[0045] 具体的,所述载荷采集器为压电力传感器14,其穿过T型压板10并安装在固定块31与压板10之间,所述位移采集器为高速相机,其通过非接触测量方式实现试件标矩段拉伸

应变的直接测量。

[0046] 由于压电力传感器14呈环状,测量铆接力时,不能直接击打传感器的表面,必须设计合理的装夹装置,传感器必须固定在稳定的物体上,首先将传感器通过内六角螺栓和压板10固定在固定板上,旋紧螺栓,使压板10对传感器施加一个预紧力,保证压板10、固定板与传感器上下表面紧密贴合,压板完全覆盖传感器上表面的小凸台。同时压板与固定板之间留有间隙,使固定板不对压板提供支持力,力完全用于传感器的变形;固定板上设有安装螺栓的圆孔,可以将传感器固定在底座的水平面上;

[0047] 在对试件进行拉伸试验的过程中,试验前对试件标距段区域喷涂散斑,用高速摄像机实时采集目标区域变形阶段的散斑图像,利用数字图像相关算法经后处理实现试件表面变形点的匹配;根据各点的视差数据和预先标定得到的相机参数重建物面计算点的三维坐标,并通过比较每一变形状态测量区域内各点的三维坐标的变化得到物面的位移场,进一步计算得到物面应变场;经后处理分析可得到多组长度一致的点对应变信息,取其平均值作为标距段的动态拉伸应变数据;并同时在试验过程中,高速摄像机和试验机采集系统同步触发

[0048] 如图1-6所示,本发明基于电磁力加载的中应变率实验装置,在进行试件中应变率压缩试验时:

[0049] 将试件的下端用下夹具组件7夹持固定,并将试件的上端由驱动组件6中的连接杆20的凸台顶紧,试件夹持顶紧完成后,实验人员根据具体冲击测试的加载要求,使用控制系统对冲击电压进行设置,设置完成交流电经变压器升压后经整流给电容充电,然后瞬间电容器放电释放能力,线圈内部便产生瞬时电流,该电流在放电线圈17周围产生变化的脉冲磁场,磁场穿过感应线圈18形成涡流,瞬时磁场和涡流相互作用产生瞬时电磁力作用于感应线圈18,感应线圈通过驱动头19传递冲击力至连接杆凸台20上,冲击力通过连接杆20的凸台进而传递到试件上,完成试件的中应变率压缩试验。

[0050] 如图1-7所示,本发明基于电磁力加载的中应变率实验装置,在进行试件中应变率拉伸试验时,拉伸实验时,机械结构与压缩试验的不同在于:夹持固定试件的夹具由压缩试验的一端由下夹具组件7夹持固定,另一端由驱动组件6中的连接杆20凸台端面顶紧,更换为试件一端由上夹具组件8夹持,上组件8与顶座3下表面开孔通过螺栓固定,并且上夹具组件8与下夹具组件7组成部分完全一致,试件的另一端需将压缩试验的挡块24旋下,替换为小夹具组件21,根据设计试件尺寸,调节升降台,使上夹具组件8与小夹具组件21间的距离满足试件夹紧要求。

[0051] 试件夹持完毕,实验人员根据具体冲击测试的加载要求,使用控制系统对冲击电压进行设置,电容器放电后产生冲击力,冲击力通过连接杆20带动小夹具21向下运动最终实现对试件的中应变率冲击拉伸实验。

[0052] 尽管已经示出和描述了本发明的实施例,对于本领域的普通技术人员而言,可以理解在不脱离本发明的原理和精神的情况下可以对这些实施例进行多种变化、修改、替换和变型,本发明的范围由所附权利要求及其等同物限定。

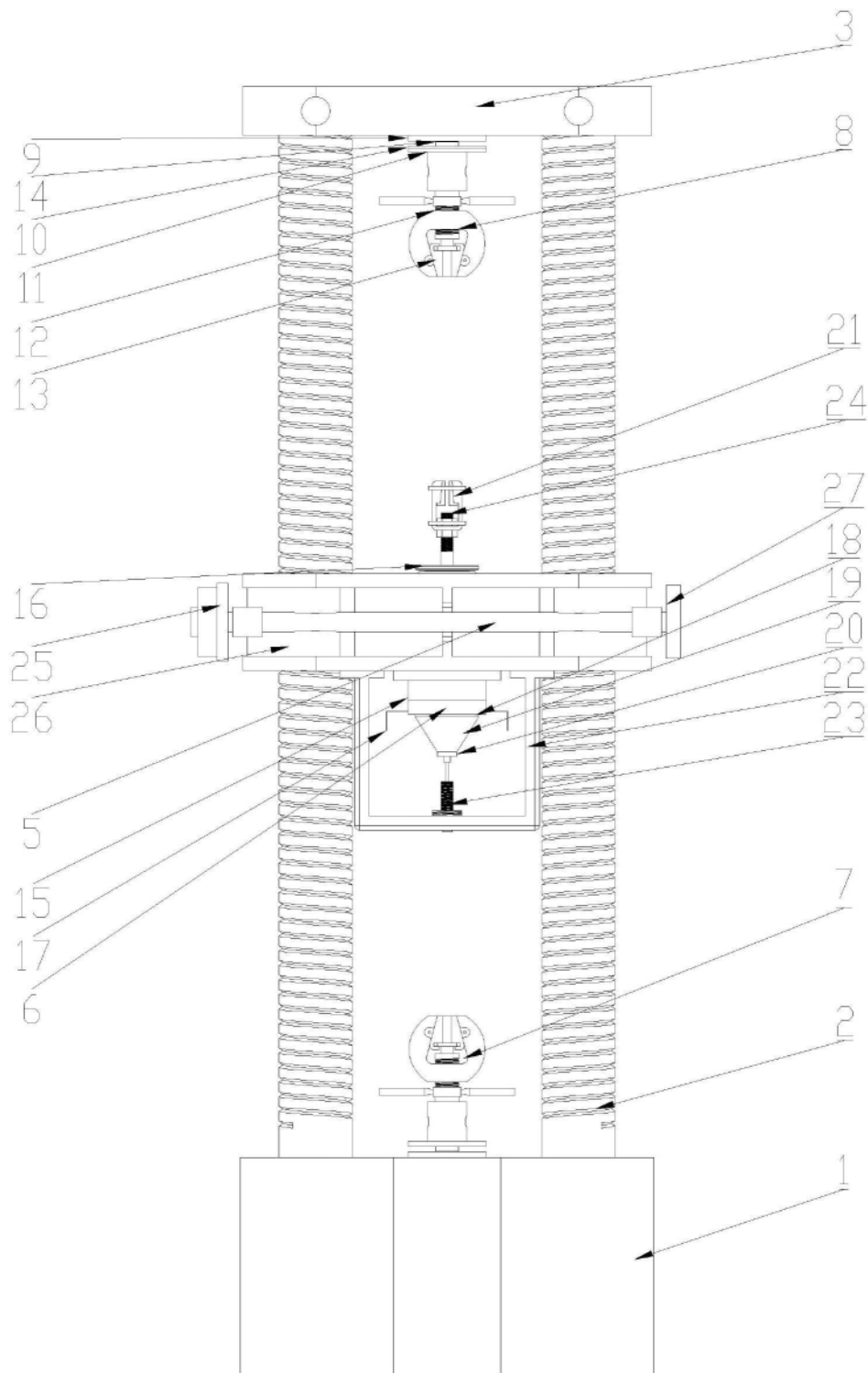


图1

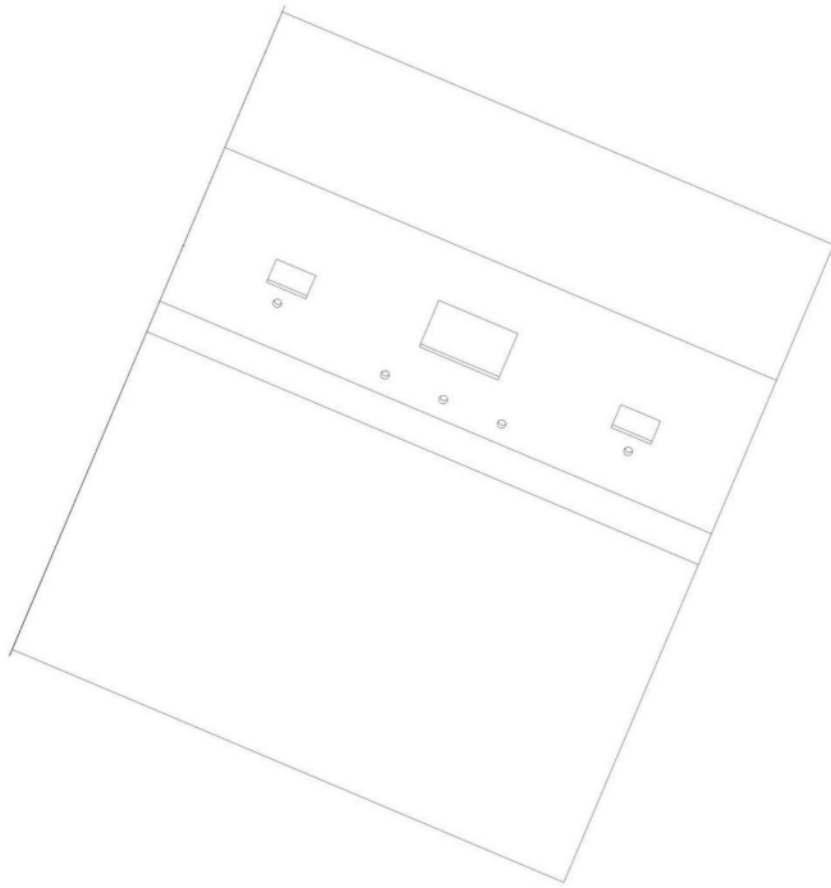


图3

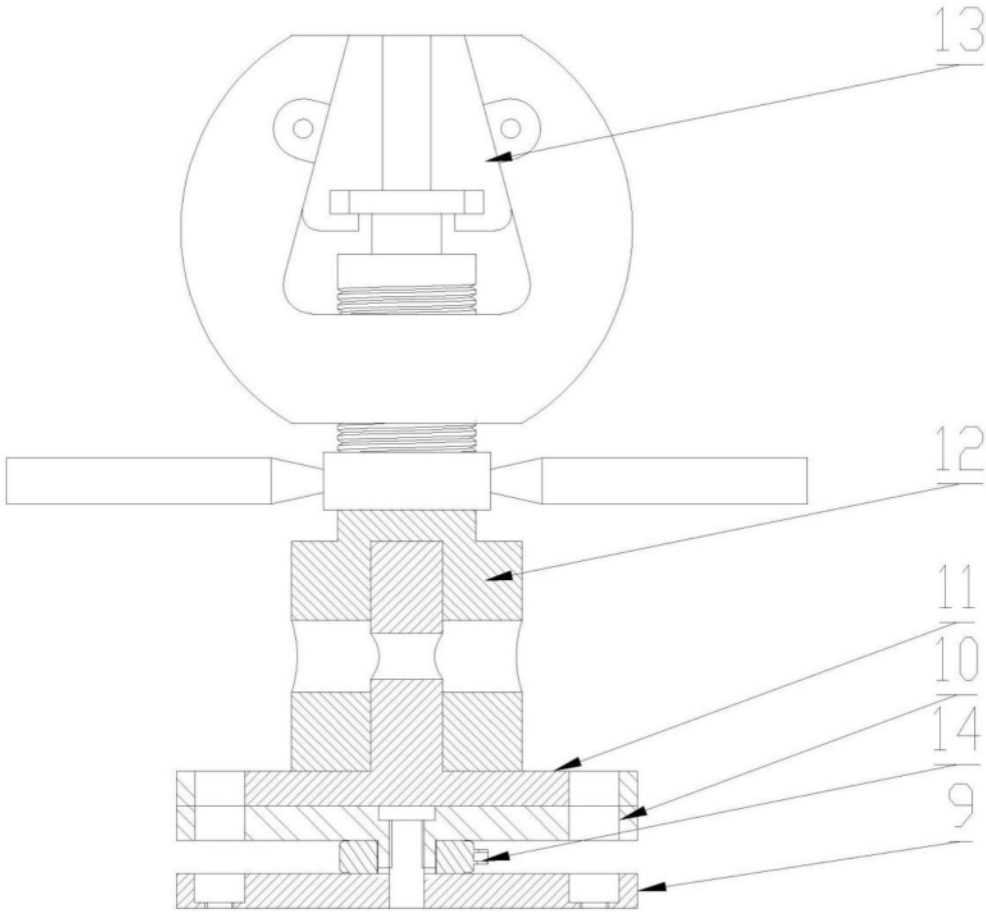


图4

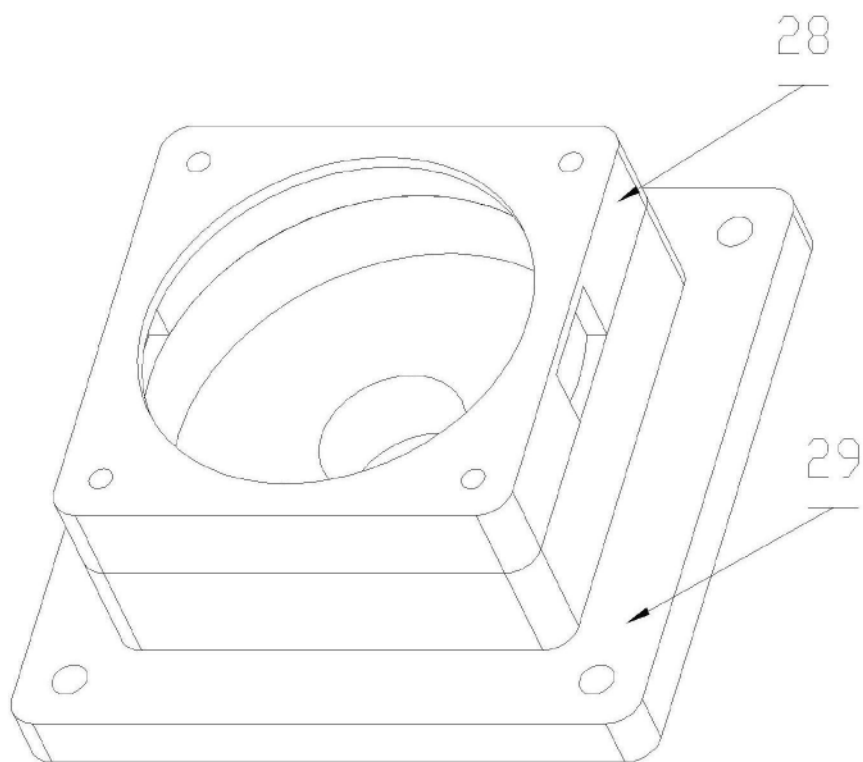


图5

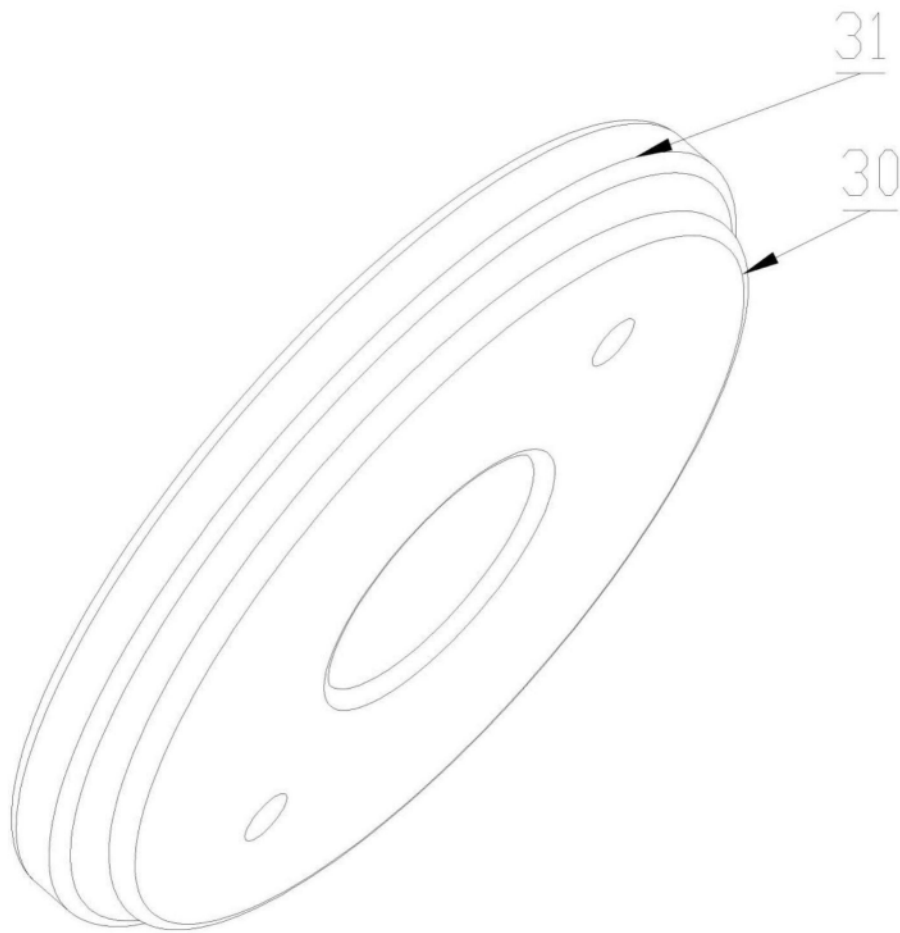


图6

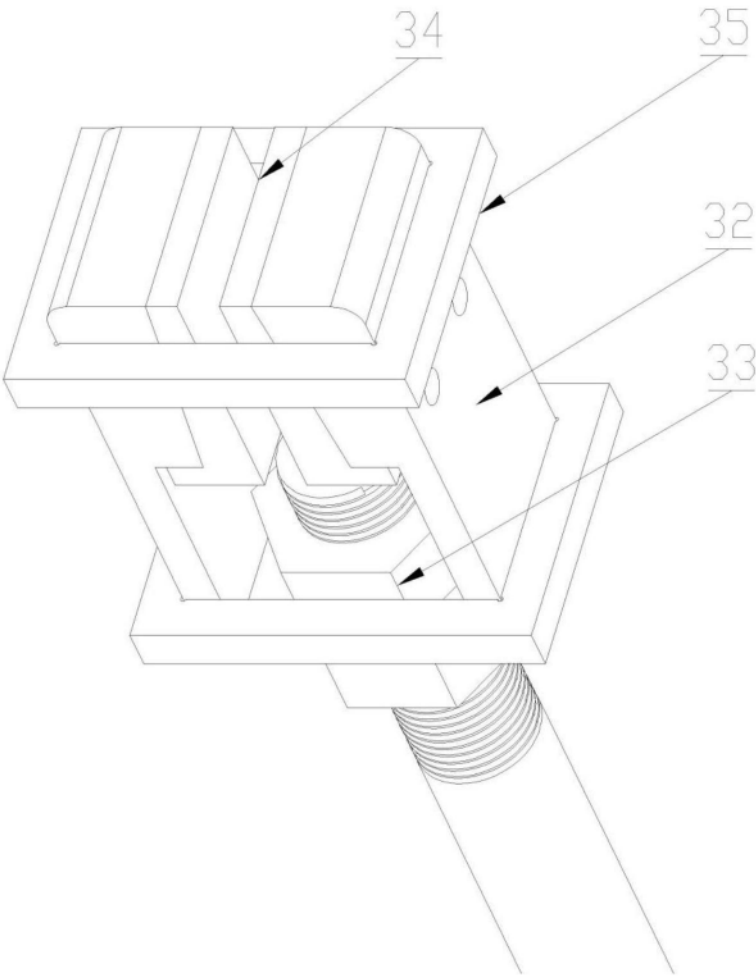


图7