

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200910054344. X

[51] Int. Cl.

G01N 3/22 (2006.01)

G01N 3/02 (2006.01)

G09B 23/10 (2006.01)

G01B 21/22 (2006.01)

[43] 公开日 2009 年 12 月 16 日

[11] 公开号 CN 101603902A

[22] 申请日 2009.7.3

[21] 申请号 200910054344. X

[71] 申请人 同济大学

地址 200092 上海市杨浦区四平路 1239 号

[72] 发明人 林 峰 顾祥林 崔 玮

[74] 专利代理机构 上海智信专利代理有限公司
代理人 吴林松

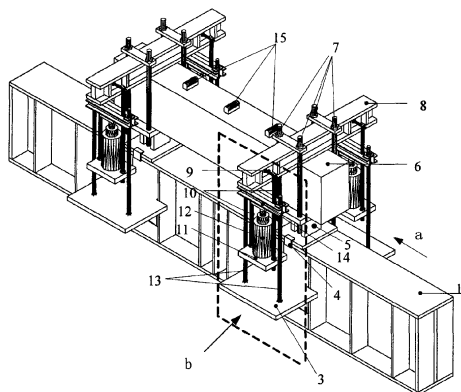
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 4 页

[54] 发明名称

试件受扭试验系统

[57] 摘要

一种试件受扭试验系统，其包括试验加载系统、数据采集和处理系统，试验加载系统包括：支撑装置、加载装置。试件置于支撑装置上方，且在试件两端设置加载装置对其加压试验。该支撑装置包括底座、弧形支座，弧形支座固定于底座上支撑试件，其包括相互配合的上、下两部分，上下部分对应位置开有浅槽放置滚珠，可实现试件支座的无摩擦自由转动。该加载装置对称设置于试件两端，加载装置两侧各设有千斤顶及作为反力端的千斤顶上顶梁。本发明的试件两端千斤顶对角加载，可实现单调扭矩。若 4 个千斤顶组合时，对角的 2 个为一组，每组交替进行加载—卸载—加载，如此反复，可实现反复扭矩，且避免了设置固定端而可能出现的固定端节点先破坏的不足。



1、一种试件受扭试验系统，其包括试验加载系统、数据采集和处理系统，其特征在于：试验加载系统包括：支撑装置、加载装置，试件置于支撑装置上方，且在试件两端设置加载装置，对其加压后进行试件单调扭距或反复扭距试验。

2、如权利要求 1 所述的试件受扭试验系统，其特征在于：所述的支撑装置包括底座、支座，支座为固定于底座上的支撑试件。

3、如权利要求 2 所述的试件受扭试验系统，其特征在于：所述支座为弧形支座，其包括相互配合的上、下两部分，相接触的两部分的下部分接触面为内凹结构，上部分接触面为外凸结构，下部分的接触面还开有放置滚珠的浅槽。

4、如权利要求 3 所述的试件受扭试验系统，其特征在于：所述的弧形支座上部分的板结构宽度大于其下部分的立方体结构。

5、如权利要求 3 所述的试件受扭试验系统，其特征在于：所述的弧形支座下部分通过夹具固定于底座上，其上部分通过连接件将试件连接固定于加载装置与支座上部分之间。

6、如权利要求 5 所述的试件受扭试验系统，其特征在于：所述弧形支座为两个，分别位于试件两端进行固定。

7、如权利要求 1 所述的试件受扭试验系统，其特征在于：所述的加载装置包括千斤顶、千斤顶上顶梁、千斤顶下垫板、工字拉梁、悬挑支撑板，工字拉梁通过连接件将试件固定于拉梁与支撑装置之间，拉梁两端分别通过连接件下吊千斤顶及千斤顶下垫板，千斤顶上顶梁通过连接件与悬挑支撑板相连，悬挑支撑板通过连接件固定于底座上。

8、如权利要求 7 所述的试件受扭试验系统，其特征在于：所述加载装置为两个，对称设置于试件两端进行加载。

9、如权利要求 7 所述的试件受扭试验系统，其特征在于：所述的连接件为螺杆，所述的工字拉梁两端分别设有通孔，穿过通孔的水平螺杆两端连接竖向螺杆，下吊千斤顶及千斤顶下垫板。

10、如权利要求 1 所述的试件受扭试验系统，其特征在于：该试验加载系统还包括测角仪，其置于试件上测试试件扭转角。

试件受扭试验系统

技术领域

本发明属于试验装置领域，涉及一种进行混凝土、钢、木及其组合构件受扭试验教学演示及科学研究的系统。

背景技术

用于教学和研究的试验系统一般至少包括二个部分，即(1)试验加载系统；(2)数据采集和处理系统。此外还可能包括演示系统和相应的试验方案。与受压/拉/弯/剪作用下试件平面受力不同，试件受扭属于空间受力，研发试验装置和进行试验难度大大增加。现有的装置一般固定试件一端于体积较大的混凝土板中，在另一端施加扭矩，如图 14 所示。这类试验装置有如下不足：(1) 随试验进行，固定端发生转动，出现裂缝，刚度降低，导致扭转约束情况不明，严重时端部可能先于试件中部破坏，造成试验失败。(2) 端部受力和变形复杂且难以量测，造成后续的数值模拟也较困难。(3) 对于混凝土构件，需考虑合适的端部配筋以尽可能实现固定端的较大扭转约束。而对于钢或木构件如何约束，难度较大。(4) 因需另外制作体积较大的混凝土板，增加了试验费用。(5) 一般不能进行反复扭矩加载的试验。

发明内容

为了克服现有试验装置存在的上述不足，本发明提供一种试件受扭试验系统，针对矩形的混凝土、钢、木及其组合构件，可承受单调扭矩或反复扭矩。

为达到上述目的，本发明的解决方案是：

一种试件受扭试验系统，其包括试验加载系统、数据采集和处理系统，试验加载系统包括：支撑装置、加载装置，试件置于支撑装置上方，且在试件两端设置加载装置对其加压进行试件单调扭矩或反复扭矩试验。

进一步，所述支撑装置包括底座、支座，支座为固定于底座上的支撑试件。

所述支座为弧形支座，其包括相互配合的上、下两部分，相接触的两部分的下部分接触面为内凹结构，上部分接触面为外凸结构，下部分的接触面还开有放置滚珠的浅槽。

所述弧形支座上部分的板结构宽度大于其下部分的立方体结构。

所述弧形支座下部分通过夹具固定于底座上，其上部分通过连接件将试件连接固定于加

载装置与支座上部分之间。

所述弧形支座为两个，分别位于试件两端进行固定。

所述加载装置包括千斤顶、千斤顶上顶梁、千斤顶下垫板、工字拉梁、悬挑支撑板，工字拉梁通过连接件将试件固定于拉梁与支撑装置之间，拉梁两端分别通过连接件下吊千斤顶及千斤顶下垫板，千斤顶上顶梁通过连接件与悬挑支撑板相连，悬挑支撑板通过连接件连接固定于底座上。

所述加载装置为两个，对称设置于试件两端进行加载。

所述连接件为螺杆，所述的工字拉梁两端分别设有通孔，穿过通孔的水平螺杆两端连接竖向螺杆下吊千斤顶及千斤顶下垫板。

该试验加载系统还包括测角仪，其置于试件上测试试件扭转角。

本发明将试件端部放置在摩擦作用很小的弧型支座上，在试件两端对称、同步、逐渐加载，实现构件受力自平衡。

采用2个或4个千斤顶在两端加载，可分别实现单调扭矩和反复扭矩。

所加荷载和试件反应（应变、转角等）通过数据采集和处理系统自动采集存储，用于试验分析。

实现上述方法的系统，包括：试验加载系统，数据采集和处理系统。

试验加载系统设有刚度较大的钢梁以形成底部台座，钢梁两端侧面共固定4个悬挑钢板，辅以转换装置以实现4个千斤顶拉/压转换。钢梁2端各设置1个弧型支座，其下部分固定于钢梁上，上部分与试件固定相连，上下部分相对面设置浅凹槽，中间填以钢球，这样上下半部之间借助钢球滚动可实现摩擦作用很小的转动。试件放置于弧型支座上部分并与千斤顶装置相连，通过试件两端千斤顶拉压组合作用，可以实现试件单调受扭或反复受扭。

数据采集和处理系统包括常规的工控机、通讯卡、显示屏、数据采集器和数据处理软件。

上述系统可应用于试件受扭试验。其中，荷载类型包括单调扭矩、反复扭矩；试件可为矩形的混凝土、钢、木及其组合构件。

由于采用上述方案，本发明的有益效果是：（1）试件的受力具有“两端约束和受力对称明确”的特点，避免了设置固定端给试验带来的困难。（2）不必制作体积较大的混凝土板构件，无需额外增加试验费用。（3）装置若进一步扩展，易于实现多种试件类型在多种荷载作用下的复合受力试验。

附图说明

图1为试件与加载系统三维示意图。

图2为图1中a部分的局部放大图。

图 3 为图 1 中 b 部分的局部放大图。

图 4 为钢梁、第一螺杆和悬挑支撑板详图。

图 5 为弧形支座上部分的正立面图。

图 6 为弧形支座上部分的侧立面图。

图 7 为弧形支座上部分的俯视图。

图 8 为弧形支座下部分的正立面图。

图 9 为弧形支座下部分的侧立面图。

图 10 为弧形支座下部分的俯视图。

图 11 为工字钢拉梁的正立面图。

图 12 为工字钢拉梁的侧立面图。

图 13 为工字钢拉梁的俯视图。

图 14 为目前常见的试件受扭试验装置示意图。

附图标记：a 试件及其固定装置，b 千斤顶及其转换装置，1 钢梁，2 第一螺杆，3 悬挑支撑板，4 夹具（固定弧形支座下半部与钢梁），5 弧形支座，6 试件，7 第二螺杆，8 工字钢拉梁，9 第三螺杆，10 第四螺杆，11 千斤顶下垫板，12 千斤顶，13 第五螺杆，14 千斤顶上顶梁，15 测角仪。

具体实施方式

以下结合附图所示实施例对本发明作进一步的说明。

本发明对试验加载系统做了两点改进，一是取消固定端，试件两端均采用千斤顶加载，由此带来的稳定和不能自由转动的问题，则通过设置弧形支座予以解决。这样，目前一些试验中因两端不对称加载而可能出现的固定端节点破坏现象不会出现。由于实现了两端扭矩对称施加，从而可真实模拟实际工程中构件自由受扭，受力明确，便于分析。二是制作千斤顶加载转换装置，可以实现反复扭距。

加载系统由竖向支座、试件及其固定装置、千斤顶及其转换装置 3 部分构成。对于单调扭距情况，试件两端各有 1 个千斤顶及其转换装置；而对于反复扭距情况，试件两端各有 2 个千斤顶及其转换装置，共计 4 个。以下对 3 个部分分别介绍。

竖向支座包括两个部分：钢梁 1 及其上通过第一螺杆 2 相连的悬挑支撑板 3，构成了千斤顶及其转换装置的竖向支座（第一个部分）；采用夹具 4 将弧形支座 5 下部分固定于钢梁上，构成了试件及其固定装置的竖向支座（第二个部分）。

试件及其固定装置包括试件 6、弧形支座 5 上部分、第二螺杆 7、工字钢拉梁 8 以及测角仪 15。试件放置在弧形支座 5 上部分后，通过第二螺杆 7 将工字钢拉梁 8 与弧形支座 5 上半

部连接，从而固定试件 6 的端部。测角仪 15 放置在试件 6 上表面，可测出试件的扭转角。弧形支座 5 上部分与下部分相对部位均开有浅凹槽，内填钢珠。这样，在试件扭转时，支座以滚动钢珠的形式提供竖向支撑并可转动，而在两个水平方向无约束，从而解决了试件稳定问题并近似实现了试件支座的无摩擦自由转动。

千斤顶及其转换装置包括第三螺杆 9、第四螺杆 10、千斤顶 12、千斤顶上顶梁 14、千斤顶下垫板 11 以及第五螺杆 13。工字钢拉梁 8 端部开孔，第三螺杆 9 穿过该孔，通过第四螺杆 10 下吊千斤顶下垫板 11 和千斤顶 12。第五螺杆 13 连接千斤顶上顶梁 14 以及悬挑支撑板 3，由于千斤顶上顶梁 14、第五螺杆 13 和悬挑支撑 3 连为整体固定于钢梁 1 上，这样千斤顶上顶梁 14 构成了千斤顶的反力架。故千斤顶加压后，将以千斤顶上顶梁 14 为反力端，拉动工字钢拉梁 8 的一端向下运动，从而对试件端部施加扭矩。试件另一端的扭矩由对角千斤顶施加，从而实现扭矩对称加载。当试件两端千斤顶对角加载，可实现单调扭矩。若 4 个千斤顶组合时，对角的 2 个为一组，每组交替进行加载—卸载—加载，如此反复，可实现反复扭矩。

所有钢构件可采用 Q345 钢制作。

其中，对仪表的选取以符合下述条件为优：

千斤顶：采用 200kN。原则上，变化钢构件尺寸可采用相应型号的千斤顶。

测角仪：量程 $\pm 20^\circ$ ，精度 0.01° 。

最大扭矩：40kN·m。

上述的对实施例的描述是为便于该技术领域的普通技术人员能理解和应用本发明。熟悉本领域技术的人员显然可以容易地对这些实施例做出各种修改，并把在此说明的一般原理应用到其他实施例中而不必经过创造性的劳动。因此，本发明不限于这里的实施例，本领域技术人员根据本发明的揭示，对于本发明做出的改进和修改都应该在本发明的保护范围之内。

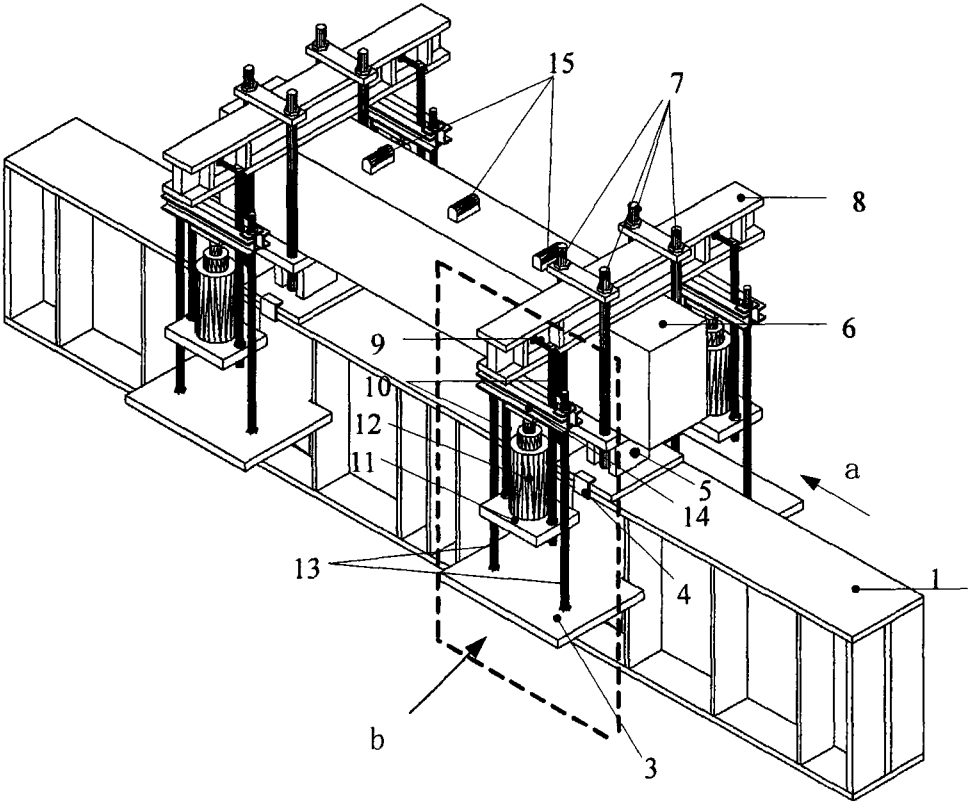


图 1

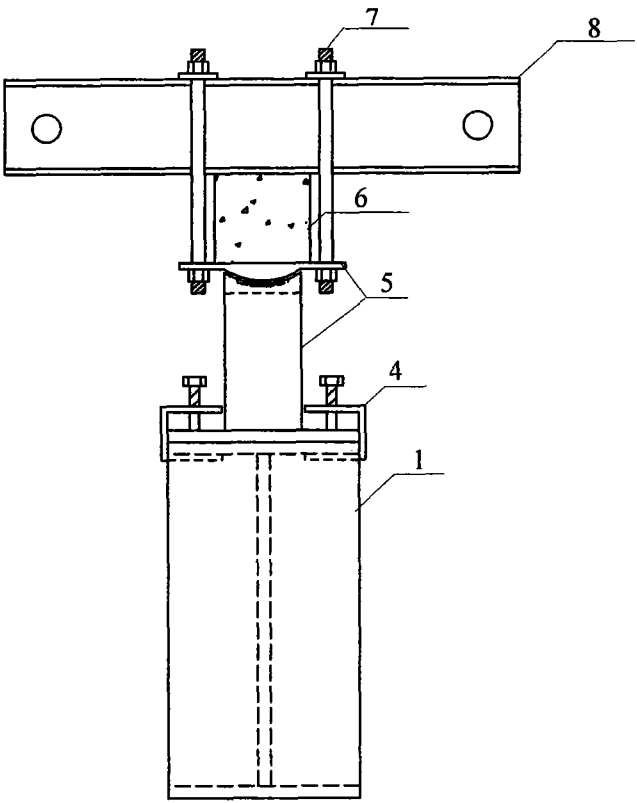


图 2

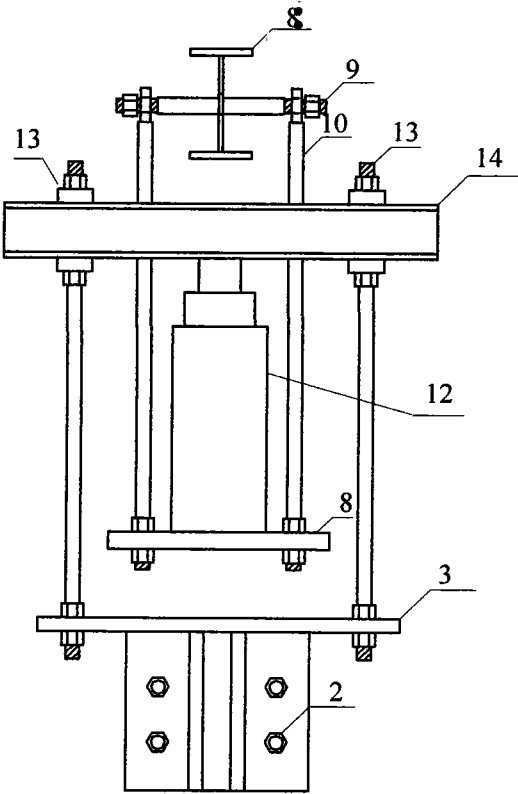


图 3

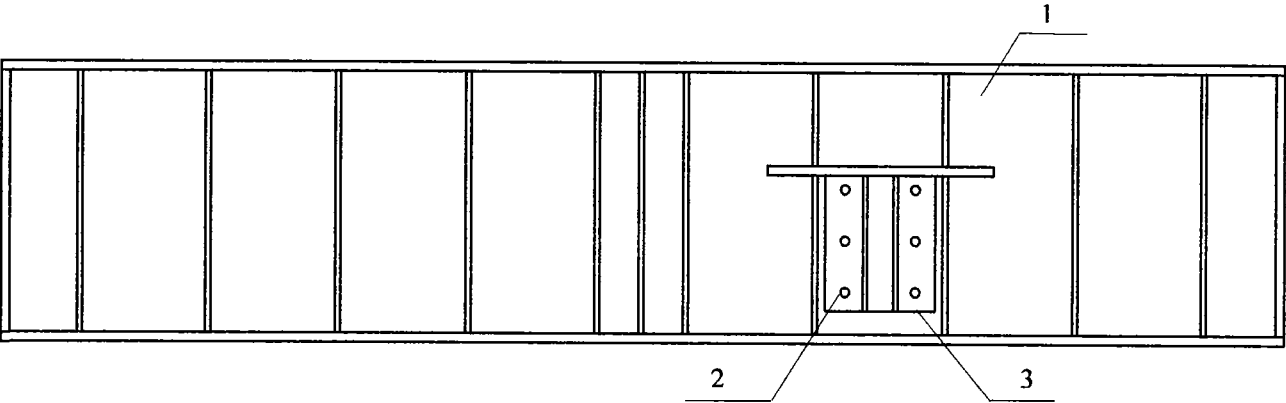


图 4

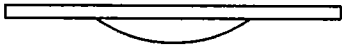


图 5

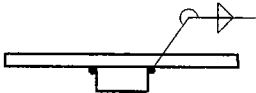


图 6

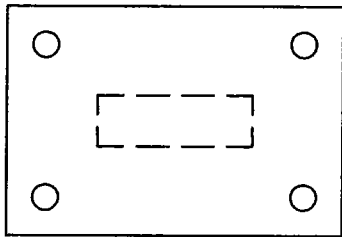


图 7

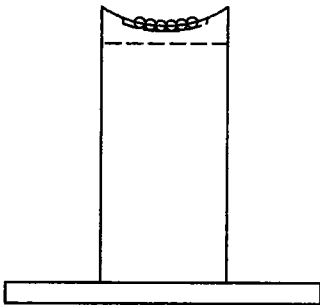


图 8

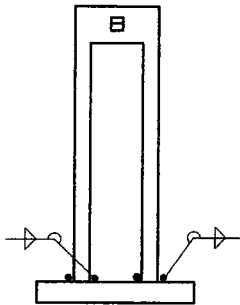


图 9

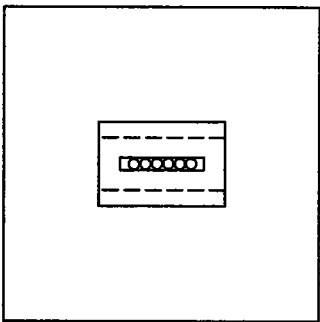


图 10



图 11



图 12

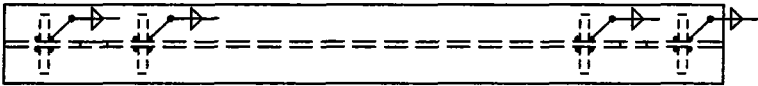


图 13

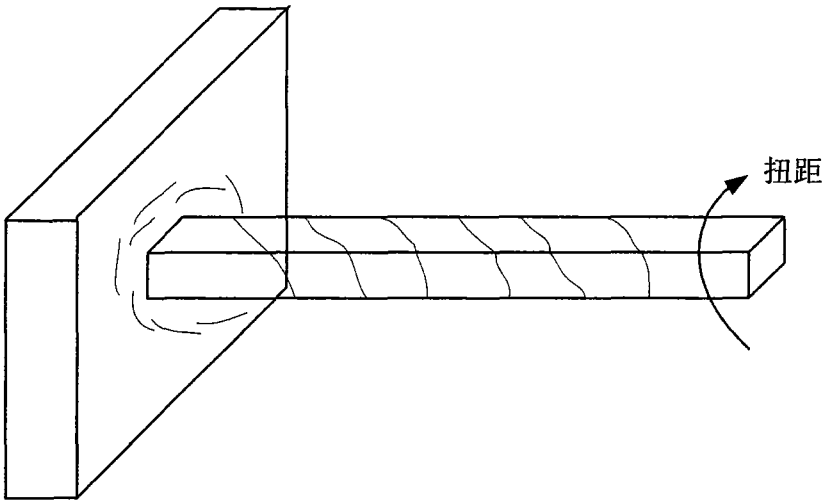


图 14