

工程结构试验中三种常用试验设备的对比分析

彭彧彪

(徐州筑邦工程科技有限公司 江苏 徐州 221018)

摘要: 工程结构理论的发展和工程结构试验是密不可分的, 在目前的工程结构加载试验中压弯剪试验与底周期往复加载试验是最为常见的, 也是最为重要的。其常规的加载方法有阵列加载式、建研式与悬臂柱式。分析阵列加载式、建研式和悬臂柱式这三种加载设备的原理, 特点, 应用范围及其优缺点。为工程结构试验设备的选择与使用提供依据。

关键词: 结构试验设备; 阵列加载式; 悬臂柱式; 建研式

0 引言

实践是检验真理的唯一标准, 实践是证明理论的唯一途径, 而实验就是实践的最有效方法。通过试验可以揭示新的事实, 提出新的问题, 提出新的假设, 可以使新的学说出现。工程结构理论的发展和结构试验也是密不可分的, 近代工程结构理论的发展在很大程度上得益于结构试验技术与试验设备的发展。使用实验设备对需要测量的参数如频率, 应力, 振幅与位移等进行分析, 可以对结构的力学性能作出结论, 对工程结构的实际承载能力作出估计, 并可以为发展和验证工程结构的理论与计算提供确实的依据, 为结构的设计理论和安全使用提供重要证据。目前工程结构加载实验中, 以工程结构压弯加载试验、低周往复加载试验最为重要, 主要试验设备形式有阵列加载式、建研式和悬臂柱式这三种。分析比较这三种设备的原理, 特点, 应用范围及优缺点, 为结构试验设备的选择与使用提供依据。

1 悬臂式加载设备

悬臂柱式原理如图 1 所示, 竖向布置一只千斤顶与滚轴与试件连接, 用于施加恒定的轴向力; 水平向布置一只作动器与试件铰接, 对试件施加水平方向力。千斤顶和作动器同时加载千斤顶对试件施加竖向力, 作动器对试件施加水平方向力。在当作动器在水平方向施加力时, 试件会产生变形, 使得试件的加载位置在竖直方向与水平方向都产生移动, 千

斤顶在滚轴的作用下跟随着加载点做竖向与竖屏方向的拟合曲线轨迹跟动。

使用不同的辅具及调整试件受力位置, 悬臂式试验设备可以完成对梁、桁架、柱、框架、剪力墙等结构的压剪试验及低周往复加载试验, 尤其适合进行悬臂柱类试件拟静力加载试验。

悬臂式加载设备其优点在于结构简单, 仅需一樑门架配置相应作动器及千斤顶即可。造价也是三种设备中最低的。同时可将水平作动器与门架立柱连接进行自平衡设计, 这样安装时无需反力地槽, 普通地面即可安装。结构紧凑, 占地面积小。

但是由于无法精确预测到加载点的实际移动轨迹以及摩擦力对实验结果的的影响, 竖向千斤顶拟合曲线跟动动的实时性和精度无法获得有效的保障, 使试验结果与实际差异较大, 试验数据精度较低。且悬臂式加载试验设备无法实现竖向加载主动零摩擦跟动。

2 建研式加载设备

建研式加载设备又名平行四连杆加载试验设备, 其原理如图 2 所示, 在竖直面设置一滚轴与千斤顶与分配梁连接, 模拟重力荷载, 水平方向布置一作动器与分配梁铰接模拟剪力, 作动器与千斤顶同时载。水平方向作动器动作时, 试件发生了变形, 试件的加载点在竖直面与水平方向都有位移, 在试件水平方向设置平行四连杆机构, 保证竖向的千斤顶能始终垂直于加载点, 而且可以保持恒定的载荷。

建研式实验设备可以实现构件或小型结构的压弯剪性

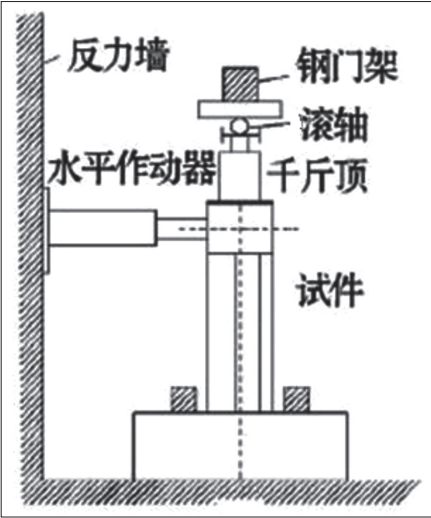


图 1 悬臂柱式加载试验设备示意图

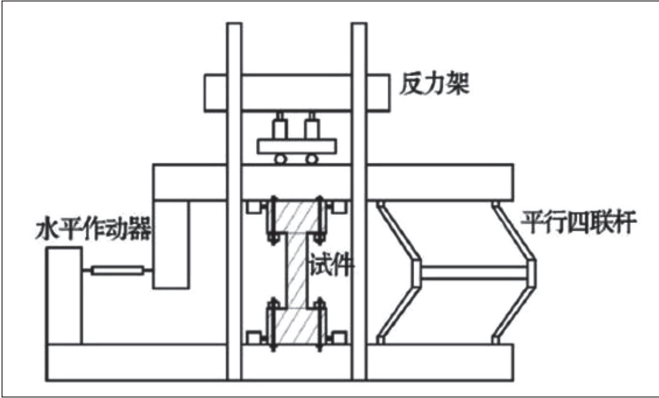


图 2 建研式加载试验设备原理示意图

能试验的加载。四连杆机构保证了水平加载梁的水平位置从而保证了试件的水平边界条件。建研式加载实验设备是一种在日本、欧美常见的工程结构试验设备,这种加载方式由日本的科研机构提出并使用,最早用于钢筋混凝土框架柱的拟静力抗震性能试验研究。后被我国内部分的科研院校借鉴并使用。其解决的悬臂柱式实验设备竖向千斤顶拟合曲线跟动的实时性和精度无法获得有效的保障问题,使试验结构更精确,更贴近实际。可进行自平衡设计。

但是建研式加载试验设备也有着不可忽视的缺点,因为需要在试件水平方向设置平行四联,所以 L 型连梁即分配梁需要延伸的很长,需要占用大梁横向的试验场地。因为平行四连杆的刚度要求很高,所以平行四连杆装置的尺寸也非常大,并且需要固定在特定的槽道之中。因为平行四连杆的摩擦问题,所以不能做到竖向零摩擦跟动。且平行四连杆的拆卸步骤也较为繁琐。因为平行四连杆机构采用的是纯铰接的结构,如果驱动系统产生了故障,平行四连杆装置无法实现自由复位。

3 阵列加载设备

阵列加载设备原理如图 3 所示。在竖直方向设置了两只作动器,竖直方向作动器一端与反力架铰接,一端与分配梁铰接。在水平方向布置一只作动器,水平方向作动器一端与反力架铰接,一端与分配梁铰接。试件与分配梁相连接。试件收到的力为竖向作动器与水平作动器的合力。

当进行加载试验时,竖直方向的两只作动器进行加载,两只竖直方向作动器的位移可由程序控制,并且两只作动器

做同步动作。竖直方向作动器的力通过分配梁作用在试件上,试件的竖向加载力,为两只竖直方向作动器对分配梁竖向力的合力。水平方向作动器加载时,加载点会在竖直方向与水平放线产生位移,次数竖向作动器因为铰接的原因会在与反力框和分配梁组成类似平行四连杆的机构。使竖直方向力始终垂直于加载点。水平方向作动器的位移由科研人员根据实验要求设置,竖直方向作动器的位移,由分配梁对试件的加载力与分配梁的水平方向位移控制。这样在没有跟动装置的情况下可以及进行加载试验,且消除了跟动装置的摩擦力赢下实现竖向加载主动零摩擦跟动。

阵列加载实验设备可以实现轴压试验、压剪试验、平行剪切试验等,配套实验辅具后可以实现对梁、柱、框架、网架、剪力墙、节点等结构的加载,可以实现建研式加载试验,可以实现竖向加载主动零摩擦跟动。

阵列加载实验设备的优点在于能很好的满足各种试验要求试验的要求,适用试验的范围更大,不需要设置跟动装置,所以也就没有了摩擦力的影响;试验设备不需要改造,直接就能满足很多种类和更加复杂的加载试验要求;能很好的解决竖向作动器跟随加载点做水平、竖直两个方向拟合曲线轨迹跟动的精确性和实时性。但是其安装需配合带锚孔的反力墙与反力平台,很难进行自平衡设计,且造价高。

4 结语

综上所述,在实验精度与试验范围上阵列加载实验设备要优于悬臂柱式与建研式加载,且阵列加载设备可以做到主动零摩擦跟动。从场地要求上,最优的无疑是悬臂柱式,可以做到自平衡横设计,需求场地最小。建研式虽然也可进行自平衡设计,但占地面积最大,对实验室空间有一定要求。阵列加载设备对于场地的要求最高,需要专业的反力墙与反力平台。在同等吨位下,悬臂柱式实验设备的造价要低于建研式与阵列加载式,而阵列加载式的造价最高。

以上为阵列加载式、悬臂柱式和建研式,这三种工程试验设备的原理、特点、应用范围和优缺点及对比。望对广大结构工程科研人员有所帮助。

参考文献:

- [1] 张兴虎,赵建德,史庆轩,等.一种多功能拟静力试验装置[J].结构工程师,2011,27(B01):249-254.
- [2] 胡敬礼.一种平行四连杆试验系统:中国,CN210533857U[P].20200515.
- [3] 胡敬礼,陈以一,李中山,等.一种土木工程阵列加载试验系统[P]:中共,CN204064822U[P].2014-12-31.

作者简介:彭或彪(1992.03-),男,汉族,江苏徐州人,助理工程师,本科,研究方向:阀门、混凝土构件生产线和土木工程试验设备。

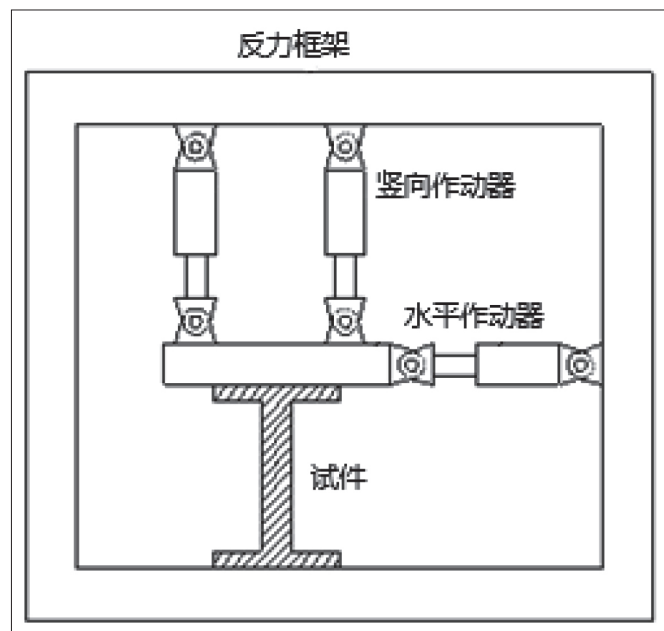


图 3 阵列加载试验设备原理示意图