

一种封闭壳结构的内压力加载装置

杨敏, 李明海, 费永菁, 刘谦

(中国工程物理研究院 总体工程研究所, 四川 绵阳 621900)

摘要: 介绍了一种封闭壳结构内压力加载装置的设计思路和工作原理, 其采用力传感器内置从内部加载载荷的施加方法, 实现了加载装置一体化设计, 操作简单。该加载装置同时具备载荷施加和实时监测功能, 具有较大的工程应用价值。

关键词: 封闭结构; 内压力; 加载装置

DOI: 10.7643/issn.1672-9242.2013.03.024

中图分类号: TB24; TH871 **文献标识码:** A

文章编号: 1672-9242(2013)03-0100-03

An Internal Pressure Loading Device for Enclosure Shell Structure

YANG Min, LI Ming-hai, FEI Yong-jing, LIU Qian

(Institute of System Engineering, CAEP, Mianyang 621900, China)

Abstract: The design thought and working principle of an internal pressure loading device for enclosure shell structure was introduced. The force sensor was built in and the loading was loaded internally. The integrated design of loading device was realized and the operation was simple. The loading device has the functions of applying loading and implementing real time measurement at the same time, which has great value of engineering application.

Key words: enclosure structure; internal pressure; loading device

在现代工程实践中, 试验研究是不可缺少的环节。试验的加载装置、约束等决定着试验的成败, 其中加载装置的设计是结构试验中不可忽视的内容, 它决定着试验加载的精度, 直接影响试验结果。

封闭壳结构在工程中应用广泛, 要了解其结构的力学行为或考核其结构强度, 内部载荷施加方法一直以来成为制约相关研究的瓶颈问题。文中所介绍的封闭壳结构内压力加载装置采用力传感器内置

从内部加载的载荷施加方法, 实现了加载装置一体化设计, 其结构小巧、机械接口设计简单, 可以广泛应用于机械设计与制造、工程力学、环境试验技术、航空航天等科学技术研究领域。

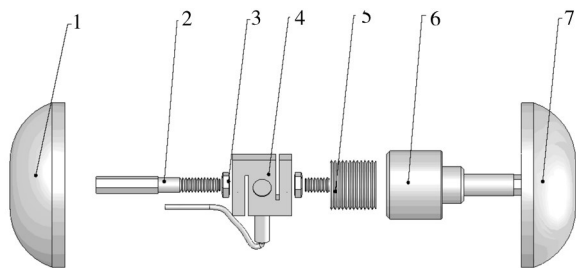
1 结构与工作原理

加载装置结构如图1所示, 同时具有载荷施加

收稿日期: 2013-01-05

作者简介: 杨敏(1977—), 女, 陕西西安人, 硕士, 工程师, 主要研究方向为工程力学及环境试验技术。

功能和载荷实时监测功能,解决了此类顶压加载结构无法保证载荷施加同轴度及摩擦力降低的难题,具有结构紧凑、刚度好、质量轻、通用性强等优点。



1.加载头; 2.加载固定杆; 3.锁紧螺母; 4.力传感器; 5.异形螺母; 6.推力调心滚子轴承; 7.加载头

图1 加载装置结构

Fig. 1 Structure of the loading device

加载装置工作原理:将组装好的加载装置固定在托架面板上,限制加载固定杆、力传感器、加载杆的转动,通过力拒扳手调节异形螺母转角,由异形螺母的旋转,带动加载杆仅作轴向运动,力拒扳手带动异形螺母产生转动,异形螺母推动加载杆顶紧加载头,从而使加载头对外层试验件产生压力载荷;载荷大小通过对异形螺母施加转角的大小来控制,并通过力传感器监测载荷施加情况。

2 装置的设计和特点

加载装置从内部对外层试验件施加压力,其各部件根据功能可分作调心结构组件和精密加载结构组件。调心结构组件的自动对心功能解决了顶压加载方式的载荷同轴度问题;用精密加载结构组件模拟力的传递路线,同时实现从外部操作来施加内部压力载荷和准确加载。

2.1 精密加载组件设计

精密加载组件模拟力传递路线实现载荷施加,主要由加载固定杆、力传感器、异形螺母、加载杆等部件组成,具体如2图所示;载荷的理论计算见式(1)。

$$F = \frac{\theta PC_b}{360} \quad (1)$$

式中: F 为载荷,由力传感器监测; θ 为保证载荷所需旋转的角度; P 为螺距; C_b 为异形螺母与加载杆连接刚度。

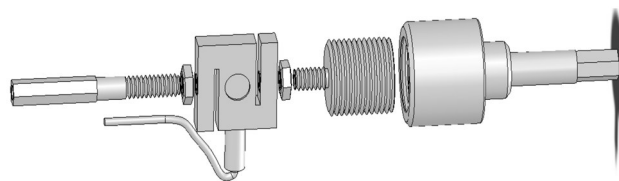


图2 精密加载组件

Fig. 2 Precise loading components

限制加载固定杆、力传感器、加载杆的转动,通过力拒扳手调节异形螺母转角,由异形螺母的旋转,带动加载杆仅作轴向运动。施加载荷时,加载头不与外层试验件产生周向相对位置变化,通过加载头对外层试验件产生压力载荷。载荷的大小通过对异形螺母施加转角的大小来控制,并通过力传感器实时精确检测。

1) 压力传感器:高精度压力传感器首先承担载荷传递任务,其所具备的载荷在线实时监测功能使加载精确可靠;压力传感作为载荷传递路线的一部分,有效削减了加载装置的外形尺寸,提高了装置的串行刚度。

2) 加载杆设计:加载杆连接力传感器与异形螺母,使加载得以实现,两端螺纹尺寸由力传感器及异形螺母确定;选用细牙螺纹可更好地实现连续缓慢地加载。

3) 加载固定杆设计:加载固定杆伸出外层试验件上端,通过加载杆固定板限位及扳手联合使用,限制加载时固定加载杆以上部分的周向相对位置变化,用两个螺母使加载固定杆及加载杆与力传感器两端连接固定更加牢固。

4) 异形螺母与推力滚子轴承的配合使摩擦力减小,加载时省力。中间空心可在满足刚度的前提下,尽可能轻便。

2.2 调心组件设计

内压式加载方法的同轴度不易保证,加载时异形螺母与加载头端面摩擦力大,易造成加载头周向转动和轴向载荷施加困难。通过设计调心组件,尽可能保证所施加载荷与外层试验件同轴,同时解决周向移动

和轴向加载难题。调心组件主要由推力滚子轴承及异形螺母组成,如图3所示,设计特点如下。

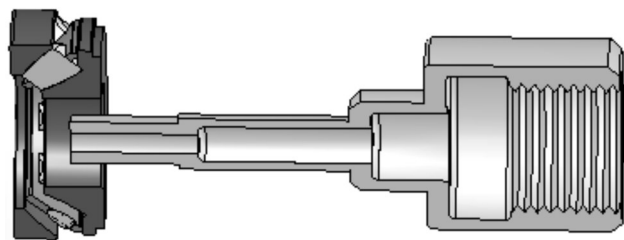


图3 调心组件

Fig. 3 Spherical components

1) 异形螺母与加载头之间设计轴承结构以实现载荷的传递,如图4所示,有效减小了异型螺母与加载头间的摩擦力,最大程度降低加载装置对外层部件受力状态的影响;在加载时有效限制加载头与外层部件之间产生相对位置变化,保证了轴向刚度;细牙螺纹设计实现连续缓慢加载,并具有自锁特征;空心设计在不影响加载装置刚度的前提下实现了质量的减轻,便于装配。

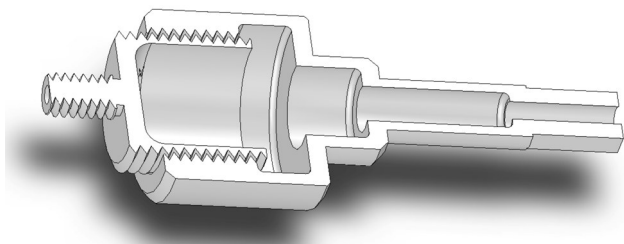


图4 异型螺母

Fig. 4 Special nut

2) 推力调心滚子轴承以承受轴向载荷为主,并

抗冲击载荷。利用滚动摩擦明显小于滑动摩擦的原理,减小轴向加载时产生的周向摩擦力,保证了加载头与异型螺母同轴。由于座圈滚道面呈球面,滚子倾斜排列,使其具有很好的调心性、较高的刚度。为便于装拆,采用可分离型轴承使设计可操作性更强。

3 结语

封闭结构内压力加载装置采用力传感器内置并从内部加载的载荷施加方法,实现了加载装置一体化设计,不仅大大降低了加载装置的外形尺寸,而且提高了加载装置的整体刚度,从而减小了加载过程的不确定度;同时,实现了外部部件不分解前提下的载荷连续可调。

该加载装置根据力传递的一致性,通过加载组件设计,并利用内置测力装置的稳定性和高精度,实现了外层试验件所承受内部压力载荷的长时间、直接准确测试。

内压力加载装置由于其结构小巧,机械接口设计简单,可以广泛应用于机械设计与制造、工程力学、环境试验技术、航空航天等科学技术研究领域。

参考文献:

- [1] 机械设计手册编委会. 机械设计手册[K]. 北京: 机械工业出版社, 2004: 8.
- [2] 叶蔚嫦, 蔡增伸, 李文炳. 基于ANSYS的桥梁橡胶支座测试系统刚度分析[J]. 浙江工业大学学报, 2005, 33(2): 212—215.
- [3] 邢晨曦, 管东芝, 施天生, 等. 自内力加载装置的设计与实践[J]. 工程与试验, 2010, 50(2): 68—71.
- [4] 高奋武, 朱孔敏, 郝大庆, 等. 轴承摩擦力矩测量的新型轴向加载装置[J]. 轴承, 2010(3): 44—45.

(上接第90页)

境工程, 2010, 7(2): 9—12.

- [5] 李树楨. 基于温度循环的ALT技术在电子产品中的应用[J]. 装备环境工程, 2009, 6(6): 73—77.
- [6] 周堃. 阿伦尼乌斯公式在弹箭贮存寿命评估中的应用[J]. 装备环境工程, 2011, 8(4): 1—4.
- [7] NAKAMURA Shoichiro. 科学计算引论——基于MATLAB的数值分析[M]. 梁恒译. 北京: 电子工业出版社, 2002:

1—4.

- [8] 董霖. MATLAB使用详解[M]. 北京: 科学出版社, 2008: 1—3.
- [9] GB/T 3512—2001, 橡胶热空气老化试验方法[S].
- [10] GJB 92.2—1986, 热空气老化法测定硫化橡胶贮存性能导则[S].
- [11] HG/T 3087—2001, 静密封橡胶零件贮存期快速测定方法[S].