

O形橡胶密封圈室温拉伸试验装置及测试方法的研究

张晓峰,徐倩倩,张雪婷,马海洋

[成都航利(集团)实业有限公司,四川 成都 611930]

摘要:针对完整O形橡胶密封圈室温拉伸试验,开发了新型试验装置及试样拉断伸长率的测试方法。试验结果表明,新型试验装置结构简单、操作方便、测试精度高、测量稳定,可满足完整O形橡胶密封圈室温拉伸试验中拉断伸长率测试的要求。

关键词:O形橡胶密封圈;室温拉伸试验;拉断伸长率;试验装置;测试方法

中图分类号:TQ336.4⁺2;TQ330.7⁺3

文章编号:2095-5448(2022)05-0250-03

文献标志码:A

DOI:10.12137/j.issn.2095-5448.2022.05.0250



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

O形橡胶密封圈(简称O形圈)具有结构简单、安装方便、耐磨和耐腐蚀等优点,被广泛应用于飞机、汽车等的液压及气动元件中。其密封效果主要由材料的物理性能决定。室温拉伸试验是测定O形圈物理性能的常用试验之一,主要测定拉伸强度和拉断伸长率。但现有O形圈室温拉伸试验存在试样断裂伸长量难以精确测量的问题。为了解决现有问题,本工作开发了一种测试精度高、操作简便的室温拉伸试验装置及测试方法,用于完整(即未剪断的)O形圈拉断伸长率的测试。

1 现有O形圈拉伸试验装置存在的问题

在现有的拉伸试验装置中,完整O形圈的试验夹具是由上、下两个有最小直径规定(12 mm)且带滚珠轴承的轴轮组成,当两个轮彼此靠近时,其中心距可以达到较小的距离以便安装试样^[1]。轴轮通过各种连接机构与拉力试验机相连接,通常使用销钉连接。使用现有拉伸装置能够很好地进行完整O形圈拉伸强度的测定,但是难以准确地

测定其拉断伸长率。拉断伸长率为试样拉伸至断裂时的伸长增量与初始长度之比^[2]。使用现有拉伸装置测量试样断裂时的伸长增量有两种方法:

(1)采用与拉伸装置相连的拉伸设备横梁位移值代替试样断裂时的伸长增量,由于设备控制软件显示的拉伸设备横梁位移值精度难以保证,不能准确地反映O形圈的实际变形量,并且采用此方法需在O形圈内周长的伸长率恰好等于零时确定为横梁位置值清零点,较难以操作。另外,设备与夹具、夹具与试样之间的配合间隙和不同的应变会导致测量结果的误差进一步增大。(2)使用测量精度较高的工具测定试样断裂时的伸长量,但是不足之处在于完整O形圈的断裂点由试验人员主观判定,难以精准地同步测量完整O形圈断裂瞬间的伸长量^[3-11]。

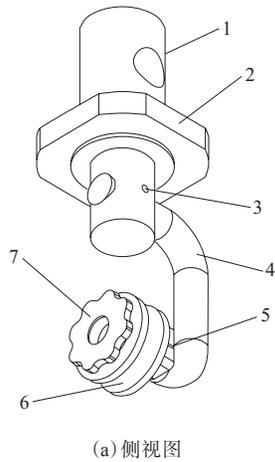
2 新型拉伸试验装置的结构与原理

本装置由承力部分和试验部分组成(见图1)。

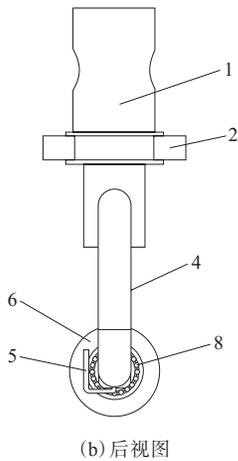
承力部分包括转接头、预紧环、固定销和开口连杆。转接头上端为光杆并制有横向销钉孔,其作用是通过横向销连接和固定O形圈测量试验机横梁上的连接部分,以实现试验力的传递;中部外表面制有与预紧环螺纹连接的外螺纹,作用是向

作者简介:张晓峰(1985—),男,四川成都人,成都航利(集团)实业有限公司高级工程师,学士,主要从事橡胶材料性能检测工作。

E-mail:1057260804@qq.com



(a) 侧视图



(b) 后视图

1—转接头;2—预紧环;3—固定销;4—开口连杆;5—定心卡片;
6—轴轮;7—花盘;8—轴承。

图1 装置示意图

试验机横梁方向旋转预紧环以消除横向销连接所引入的配合间隙,实现试验力传递的刚性或线性要求;下端为光杆结构,并在同一平面上垂直分布2个横向孔,大孔的作用是与承力部分的开口连杆过盈配合连接,小孔为销钉孔,其作用是利用镶入其中的固定销可防止开口连杆发生转动或滑移。开口连杆呈U形,两臂截面半径相同、相互平行,且与底边垂直,通过弧形圆棒结构连接,可实现试验力的进一步刚性传递。其中一臂与转接头连接,另一臂与试验部分的轴承连接。

试验部分包括定心卡片、轴轮、花盘和轴承。轴承的内环与开口连杆的其中一臂过盈连接,并通过开口连杆上的限位台阶进行定位。轴承的外环与轴轮内孔过盈配合,起到保证轴轮自由转动、

调整位置、保证试验精度的作用。花盘与开口连杆的端头螺纹连接,与轴承接触方向制有一圈凸台,凸台的外径略小于轴承内环的外径。当锁紧花盘时,凸台将压紧轴承内环,防止轴承的横向移动。定心卡片是一个U形结构的薄片,一边固定在开口连杆的下边,另一边在轴承外且其外表面制有一个V形卡槽,特征是V形卡槽与轴承圆心在试验力垂直方向处于同一水平面。其作用是卡入大变形引伸计的刀口,通过引伸计的弹簧钩将引伸计与定心卡片固定,保证试验过程中引伸计能够随着定心卡片的移动而移动,从而测量完整O形圈拉断时引伸计读数,以计算出完整O形圈的拉断伸长率。



图2 引伸计实物图

3 采用新型试验装置的测试方法及特点

3.1 测试方法

(1) 在试验前需测定试验参数。测量拉伸装置上、下大变形引伸计紧密贴合后的引伸计刀口的间距和试样内径。

(2) 贴合两个引伸计并将引伸计读数清零,将完整O形圈分别套入已调节至合适距离的两个轴轮的凹槽内,在引伸计卡槽上夹紧大变形引伸计,以合适的速度拉伸试样直至拉断,获取试样断裂时引伸计读数。

(3) 计算完整O形圈的拉断伸长率

$$\varepsilon = \frac{[2(D + D_0) + G - C]}{C} \times 100\%$$

式中: ε 为拉断伸长率,%; D 为试样拉断时引伸计

的读数,mm; D_0 为上、下引伸计紧密贴合后引伸计刀口的间距,mm; G 为轴轮周长,mm; C 为试样内周长,mm。

3.2 特点

(1)测试精度高。该方法以上、下引伸计紧密贴合后引伸计刀口的间距与O形圈拉断时引伸计读数之和代替横梁位移值,避免了横梁位移值精度低、设备与夹具及夹具与样件之间的配合间隙不固定、横梁位移值清零点难以确定等缺点。

(2)试验装置结构简单、操作方便。试验时只需将完整O形圈放入轴轮凹槽中即可完成试样的安装,最后将大变形引伸计卡入装置的引伸计专用卡槽中并夹紧,即可开始试验,操作方便。

(3)避免了完整O形圈在拉伸过程中发生偏移。轴轮凹槽有效避免了O形圈在轴轮外圆周上试验时可能发生的横向偏移或滑动,消除了由此带来的测量误差。

4 结论

本工作提出完整O形圈室温拉伸试验装置及其使用方法,通过引入引伸计对试样拉断时的伸长量进行测量,并计算其拉断伸长率。与传统测试方法相比,该装置结构简单、操作方便,避免了

完整O形圈在拉伸过程中发生偏移而带来的测量误差,测试精度和试验效率大幅度提高。

参考文献:

- [1] 国家标准化管理委员会. O形橡胶密封圈试验方法:GB/T 5720—1993[S]. 北京:中国标准出版社,1993.
- [2] 国家标准化管理委员会. 硫化橡胶或热塑性橡胶 拉伸应力应变性能的测定:GB/T 528—2009[S]. 北京:中国标准出版社,2009.
- [3] 孔令洋,孙晓帮,赵春生. 基于虚拟仪器的减震器橡胶衬套试验系统[J]. 橡胶工业,2016,63(1):47-50.
- [4] 赵敏敏,黄乐,张岐,等. 基于Ansys的O形橡胶密封圈密封性能及可靠性研究[J]. 橡胶工业,2020,67(2):131-134.
- [5] 胡殿印,王荣桥,任全彬,等. 橡胶O形圈密封结构的有限元分析[J]. 北京航空航天大学学报,2005,31(2):255-260.
- [6] 卢新波,张中明. O形圈材料选择与密封结构设计[J]. 液压气动与密封,2012,32(2):26-29.
- [7] 李新荣,修霞,叶杨,等. 丁腈橡胶O型密封圈力学性能分析[J]. 橡塑技术与装备,2020,46(7):41-44.
- [8] 张洪雁,曹寿德,王景鹤. 高性能橡胶密封材料[M]. 北京:化学工业出版社,2007.
- [9] 纪波,刘鹏起. 橡胶拉伸应力试验法中若干技术问题[J]. 橡胶工业,2000,47(3):172-174.
- [10] 陈小敏. 橡胶单轴拉伸试验数据处理方法研究[J]. 世界橡胶工业,2017,44(10):34-38.
- [11] 随亚光,陈博,李捷,等. 一种法兰结构中O型密封圈漏率检测装置[J]. 润滑与密封,2013,38(12):76-78,87.

收稿日期:2021-11-31

Research on Room Temperature Tensile Test Device and Test Method for Rubber O-Ring

ZHANG Xiaofeng, XU Qianqian, ZHANG Xueting, MA Haiyang

(Holy Group Co., Ltd., Chengdu 611930, China)

Abstract: A new test device and a test method for the tensile test of rubber O-rings at room temperature were developed, and the elongation at break of the samples could be accurately measured. The test results showed that the new test device had the advantages of simple structure, convenient operation, high test accuracy and stable measurement, which could meet the requirements of measuring the elongation at break of the complete rubber O-ring in room temperature tensile test.

Key words: rubber O-ring; room temperature tensile test; elongation at break; test device; test method

欢迎参加“江昕轮胎杯”第22届中国轮胎技术研讨会
征文活动