

气动装夹在试验工装中的利用

朱 伟

(陕西动力机械设计研究所, 陕西 西安 710100)

摘 要: 叙述了把气动装夹应用于试验工装, 组成自动、半自动的工装夹具, 从而给试验工作带来定位准确、快速装夹、维护方便等诸多优点。文中列举分析了一些利用气动装夹的试验范例, 通过对原有夹具及改进后夹具的图解对比分析, 进一步阐述气动装夹的利用价值及其广阔的应用空间。

关键词: 试验; 气动工装夹具; 试验系统

中图分类号: V434.3

文献标识码: B

文章编号: (2005)04-0054-04

Application of pneumatic equipment in test clamping apparatus

Zhu Wei

(Shaanxi Power Machine Design and Research Institute, Xi'an 710100, China)

Abstract: Application of pneumatic equipment to test clamping apparatus for automatic or semiautomatic clamping brings a great deal of advantages such as accurate orientation, quick clamping and convenient maintenance. Some examples of practical use of pneumatic equipment in test clamping apparatus are given and analyzed, and a comparison between previous clamping apparatus and the improved one is made, which indicates a bright future of pneumatic test clamping apparatus.

Key words: test; pneumatic clamping apparatus; test system

1 引言

在发动机液流及环境试验工作中, 当试验能力满足要求的情况下, 如何进一步提高试验质量

和试验效率是一个非常重要的环节。试验工作效率的提高受试验设备、夹具的可操作性、试验人员素质等多方面因素制约, 其中夹具的可操作性有很广阔的发展空间。

收稿日期: 2005-01-24; 修回日期: 2005-03-01。

作者简介: 朱伟(1978—), 男, 助理工程师, 研究领域为液体火箭发动机试验技术。

2 气动装夹的优势

需要在试验室进行液流试验的发动机零、部、组件多达数百种。因为参试产品形状各异、种类繁多，所以导致工装夹具无标准性、互换性可言，基本上是一件产品配一套专用工装。对于大型试验产品组件来说，每批大概有三、五件不等，装卸产品所用的时间仅占试验时间的一小部分；但是对于像喷嘴、限流圈、毛细管等尺寸小，批次数大的参试产品，试验过程并不复杂，大多只测一下流阻、喷雾角等项目，只要系统正常，进行液流测试是非常快的。试验中大多数时间是花费到装卸产品上，因此提高工装夹具的可操作性至关重要。如果一台产品节约5分钟时间，那么100台产品将节约500分钟的时间（约8个小时），这是相当可观的。

工装夹具的可操作性就是工装易于操作，装卸产品快捷方便。目前大多数夹具在试验过程中是承压件，它们通过通用连接件螺钉、螺母来固定被试产品。这种通过螺纹副来固定被试产品的优点在于它具有优良的可靠性，但它的缺点也是很明显的，那就是需要旋合预紧，效率太低，因此装卸产品的大多数时间花费在拆装螺钉、螺母上。如果用一些气动执行元件比如说气缸，组成锁紧装置来替代螺纹副传动，将某些手动操作改为气动操作，这样装卸产品的速度将能很大程度地得到提高，相应的也降低了试验人员的劳动强度，提高了工作效率。

利用气动执行件还有以下优点：

- (1) 精度高、重复性好、重量轻；
- (2) 结构简单，易于维护；
- (3) 适应性好，可以在高温、高湿度、多尘、振动等恶劣环境中可靠工作；
- (4) 工作寿命长，运行成本低廉。

从试验室设施来看，应用一些气动装夹也是可行的，因为有配套的高、低压气源，试验设备也比较完善，有利于采用气动装置完成产品的试验装夹。利用标准的气动执行件，减少了夹具中的非标机加件的使用，如此一来降低了夹具的制造成本。

3 应用实例

随着液氧/煤油发动机研制工作的逐步深入，相关产品组合件的试验工作也逐步展开。游动发动机的富氧燃气发生器的相关组、部件要进行各项液流试验，其中有一项是身部二次孔流阻试验。产品形状大致可形容为带有夹壁层的圆筒状，在径向上沿圆周均布6个通孔。通过工装，在通孔的外侧模拟一个环腔，液流方向是从夹壁层流到环腔内，然后通过6个通孔进入发生器身部内腔。试验目的是逐一测试单个通孔的流阻。为了实现依次同时堵5个孔、通一个孔的试验工序，需在环腔侧壁上均布6个活塞堵头，最初的设计方案是通过螺纹副传动。旋转手柄时可实现堵孔的目的。工装简图参见图1。

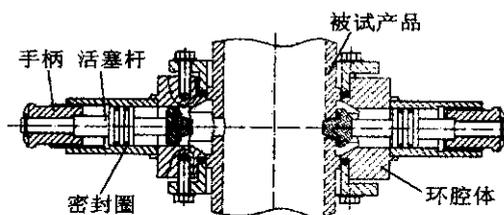


图1 原有设计

Fig.1 Original design

如果使用这种方案，试验过程将会变得繁琐复杂。切换堵孔的过程，必须不停地旋转手柄，而且因为是手工操作，堵孔时每个O形圈的压缩量也不一样，极易发生O形圈的压缩量不够的现象，而且这种情况又无法发现，因为堵孔都是在密封环腔内进行的。除此之外，活塞杆伸缩时是随手柄一同旋转运动的，参试产品小孔处必须保持锐边，这样O形圈压缩时极易被锋利的锐边剪坏，同样会造成泄漏。通过分析，对该方案进行了修改，将气动装夹应用于该产品试验的装夹中。试验中堵孔的动作通过气缸来执行，气缸的动作则通过二位五通电磁阀来控制，如此一来，操作人员只通过操作电磁阀换向开关控制面板就可完成堵孔动作，试验操作变得简单方便；与此同时，标准气缸的使用减少了机加件的数量，降低了工装的制造成本。工装简图参见图2。

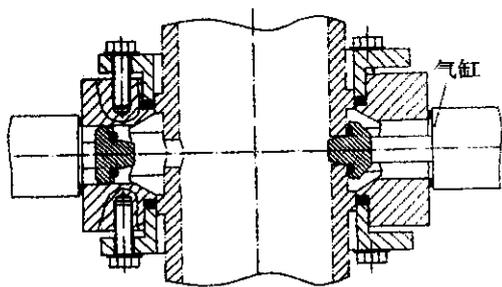


图2 改进后的设计

Fig.2 Improved design

另一个例子是某限流圈的流阻试验。限流圈的外形径向尺寸约6mm，大概象一枚钮扣电池。原有工装比较简陋，简图见图3。每次装卸产品时必须拧开螺母，因为产品本身径向带有O形橡胶圈，卸出产品还得要用小钩将产品钩出，在试验批次量大的情况下，使用这套工装将花费大量的试验时间。为了加快试验进度，提高工效，对这套工装重新进行了设计，使工装的结构得到彻底的变化，新工装简图见图4。

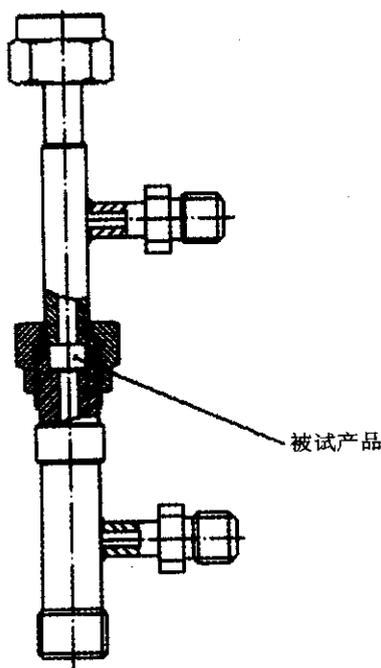


图3 原有工装

Fig.3 Original clamping apparatus

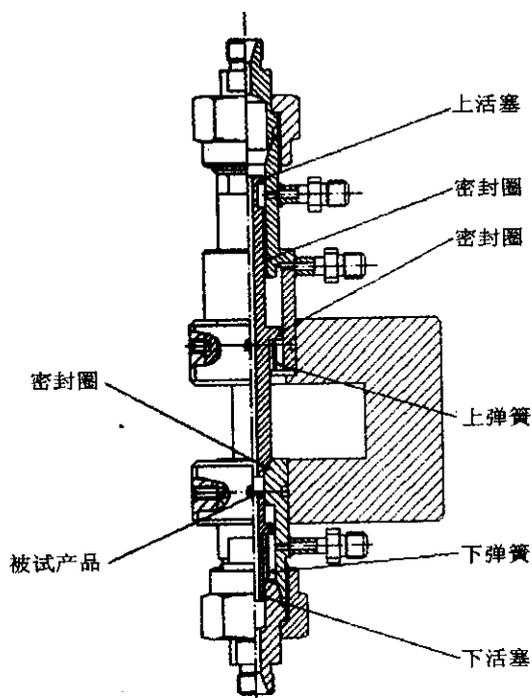


图4 改进后工装

Fig.4 Improved clamping apparatus

图中看到上半部分是一个自制单作用气缸，上腔通气时活塞带动中空接头向下运动，接头将产品压入试验位置。下半部分是一个可被压缩的中空活塞，当产品压入时，弹簧被压缩，下活塞也跟着向下移动。试验时，只要把限流圈放到待试位置，扳动用于控制气缸的电磁阀换向开关，在气缸的作用下，带密封圈的接头将产品压入试验位置进行试验。测试结束后，电磁阀进行换向，接头退回，下活塞在弹簧的作用下将限流圈顶出，试验人员更换产品进行下一次试验，整个过程简单、方便。与原有工装相比，新工装的使用使每台产品的试验时间大概能缩短5分钟。这种工装再配合试验室小流量台位的自动测试系统，调节流量和记录数据全由计算机来完成，从整体上构成了一套完整的自动化测试系统。

在发动机的零、部、组件液流试验中使用一些气动装置可以提高工效，在民用领域内气动工装夹具也有广泛的应用，在此举一个简单的例子。在一项试验中，要对电磁阀阀芯进行性能试验，气动工装简图见图5。

阀芯安装在工装壳体内，进行 15MPa 的 O 形圈密封试验。因为阀芯与工装壳体之间的配合尺寸要求很严格，当试验完成后，O 形圈有一定的摩擦阻力，阀芯很难从壳体内取出，在原有的旧设备上试验人员只有借助螺丝钳才能将阀芯拔出，这样做很容易夹坏阀芯。在新试验台的工装夹具设计中，在壳体的底部安装了一个小型气缸，试验结束后通过气缸将阀芯顶出，试验台上安装了 8 套同样的工装夹具，8 个气缸通过一个电磁阀来控制就可以，8 个阀芯同时被顶出，提高了更换产品的效率。

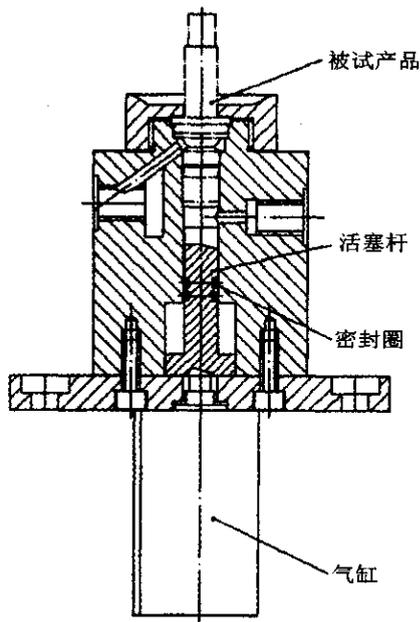


图5 气动工装简图

Fig.5 Pneumatic clamping apparatus

4 结论

试验工装夹具作为试验系统中必不可少的一部分在测试过程中发挥着重要的作用，具有自动装夹能力的夹具是未来工装夹具的发展方向。通过以上几个简单的例子可以看出标准的气动装夹及自研的气动、电动装置在自动夹具中有广泛的应用前景。通过分析总结，在以下几种情况下，设计一些带有气动执行元件的自动工装能起到方便、快捷、可靠的作用。

- (1) 参试产品体积不大，外形为基本的几何体；
- (2) 重复性的简单动作；
- (3) 不易用人工装卸的动作。

实践证明，发展自动装夹装置前景广阔，有利于实现提高工效、提高测试精度、降低劳动强度的目的。

参考文献：

- [1] 徐灏. 机械设计手册[M]. 北京：机械工业出版社，1991.
- [2] 杨汝清. 现代机械设计—系统与结构[M]. 上海：上海科学技术文献出版社，2000.
- [3] 海恩 A H. 流体动力系统的故障诊断及排除[M]. 北京：机械工业出版社，2000.
- [4] 朱宁昌等. 液体火箭发动机设计[M]. 北京：宇航出版社，1994.
- [5] 段增斌. 三组元喷嘴冷流试验研究[J]. 火箭推进，2003，29(4).

(编辑：陈红霞)