

静压曲线试验在起落架单腔支柱附件生产及使用中的应用研究

屈伟强

中航西安飞机工业集团股份有限公司 陕西省 西安市 710089

摘要: 介绍了飞机起落架静压曲线试验及起落架液压附件试验, 静压曲线试验在起落架单腔支柱附件生产及外场使用中的应用, 以及对后续起落架在实际使用性能试验方面上的探索。

关键词: 起落架; 液压附件; 静压曲线试验

引言

飞机起落架主要用于飞机的起飞, 着陆、地面滑跑和地面停放, 支撑飞机重力, 承受相应冲击载荷的部件装置。目前, 安装在起落架上的单腔支柱附件是飞机上一项使用油气介质工作的关键附件, 它的使用性能受工作环境、装配及试验质量、飞机负载等诸多因素的影响。按设计技术条件及图纸要求, 静压曲线试验在单腔支柱附件生产过程中是必不可少的一项理论性能检测项目, 通过单腔支柱附件各项试验检查最终产品状态是否能够完全满足其实际使用性能, 保证起落架的良好使用性能, 并最终保证飞机的安全飞行。

1 起落架单腔支柱附件介绍

(1) 起落架单腔支柱附件的分类

飞机起落架单腔支柱附件主要有: 主起落架减震支柱, 前起落架减震支柱, 缓冲器, 稳定减震器等单腔支柱附件。

(2) 起落架单腔支柱附件的作用

单腔支柱附件主要用以减缓飞机着陆撞击和地面滑跑冲击载荷, 通过附件内腔结构和充填物状态的不断转化来吸收和消散飞机冲击的功能, 单腔支柱附件主要作用力由空气弹簧、油液阻尼和库仑摩擦系统组成。

(3) 起落架单腔支柱附件的工作原理

单腔支柱附件是起落架的主要承力附件, 它承受飞机起飞和着陆时的冲击载荷, 滑行过程中的飞机负载和停放时的飞机负载。由中性气体(一般航空用第二类工业氮气, 纯度99.9%)的压缩和液压油经过柱塞的孔壁, 与针杆之间的可变间隙的流动摩擦来吸收冲击载荷, 借助液压油从作动筒壁与杆壁之间的环形槽, 经过在轴套内圈上的缝隙及针杆与柱塞之间的间隙, 自上内腔流经下内腔的节流作用来产生反向阻滞。

一般情况下, 依据图纸要求及技术条件充填要求,

单腔支柱附件内具有一定的航空液压油作为工作介质, 一定压力的、充满内腔气室的惰性气体作为空气弹簧, 惰性气体压缩程度越大, 空气弹簧压力越大。当液压油与惰性气体处于不同位置时, 形成不同类型的油气混合式缓冲内腔。典型的油气混合式单腔支柱附件工作原理是:

正行程时, 当油气混合式单腔支柱附件受飞机自身载荷(包括高、低速滑行时)或飞行降落到跑道时的冲击载荷后, 这种载荷作用在油气混合式单腔支柱附件上, 迫使油液高速通过内部结构的扩散管小孔, 而扩散管小孔会产生相应的摩擦和阻尼, 这种摩擦和阻尼会吸收慢型冲击载荷或者瞬时的冲击载荷, 使飞机瞬间形成的量化动能变成热能, 而慢型冲击载荷或者瞬时的冲击载荷消失后, 会进行反行程运动(相对于之前活塞杆运动的方向)。

单腔支柱附件的活塞杆反行程运动时, 气体又开始膨胀使活塞杆下移, 油液又会通过结构内腔的反行程小孔消耗转化成的热能, 最终达到初始时状态的能量平衡, 保证飞机的正常降落与最终安全停放^[1]。

2 静压曲线试验介绍

2.1 静压曲线试验的技术要求

单腔支柱附件完全装配好, 并且已经完成气密性试验后, 依据技术条件要求, 必须在液压式静压曲线机上进行初压缩运动, 依据运动行程规定任意选取的四点力要求绘制正反行程曲线详解图, 图中的曲线应均匀光滑, 见图1所示。

静压曲线试验要求: 工作速度应保证在一定范围之内。一般情况下, 单腔支柱附件压缩工作速度不大于20mm/min; 单腔支柱附件静压曲线运动满足在全行程内任意选取的四点力值; 曲线要平稳, 不允许有峰值、突变; 最大力值之和和最小力值之和的比值应在一个具

体的区间范围之内即算合格。

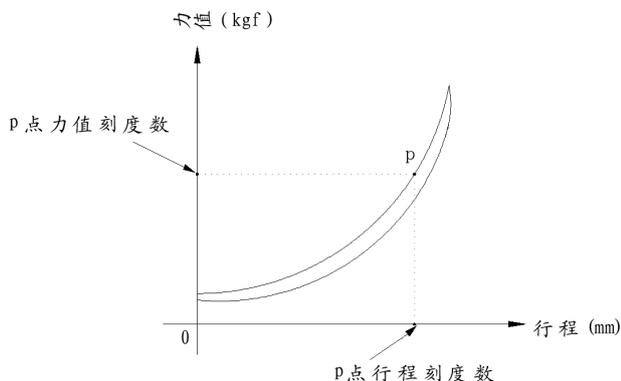


图1 静压曲线试验曲线图

2.2 液压式静压曲线机介绍

目前液压式静压曲线机主要有20吨和60吨两种吨位类型。

在起落架制造中，60吨液压式静压曲线机主要用于单腔支柱附件的压缩试验和拉伸试验。单腔支柱附件在飞机受载情况下，最大量化还原其实际使用情况，通过静压曲线机，在不同行程阶段给缓冲支柱加载不同的载荷，检验起落架单腔支柱附件的使用性能，只有经过这样的仿真模拟验证，才可以验证单腔支柱附件的安全使用性能，确保飞机的飞行安全。液压式静压曲线机的产品结构如图2所示。

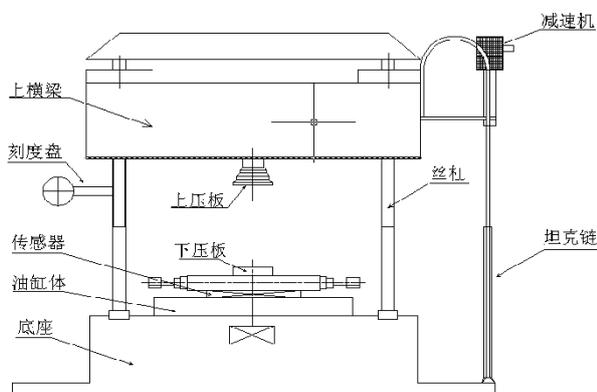


图2 液压式静压曲线机结构图

3 静压曲线试验分析

3.1 场内及外场对单腔支柱附件的操作及维护差异性

单腔支柱附件是油气混合式缓冲内腔，一般情况下，场内对单腔支柱附件油液充填都是使用静压曲线机，通过单腔支柱附件内腔结构行程确定油量，具体充填油量无任何量化参考标准，并且不记录实测值；充填惰性气体压力一般按照技术条件的压力参数进行，具体充填气压通过压力表可以量化，记录实测值。

而外场在平时维护及定检单腔支柱附件过程中，由于没有静压曲线机这种设备，只能参考外场维修规程进行量化油液的充填，惰性气体压力的充填和场内几乎相一致。

外场充填油液这种维护方式和场内油液充填的方式具有明显的差异性，而且油液充填量的不同必然会导致单腔支柱附件的使用性能在实际工作中的差异性，这种差异性会通过单腔支柱附件在飞机长时间的使用性能中反应出来。

3.2 差异性原因分析

场内使用由于零件制造公差和附件装配公差累积的缘故，造成同种类别的单腔支柱附件的内腔结构存在差异，这样导致内腔注油容积产生了明显差异，而且这个差异在装配完成后，一般无法进行人工及自动测量，而场内通过静压曲线机，利用单腔支柱附件的行程确定油量无疑是最准确的，利用行程确定油量已经涵盖了内腔容积不同产生的差异性。

外场进行单腔支柱附件维护时，重新更换油液时都是量化的，显然忽视了单腔支柱附件内腔不同造成的差异性。

4 静压曲线试验应用探索

静压曲线试验对起落架单腔支柱附件的实际使用性能有着不可或缺的作用，直接反应出来的是飞机通过起降、滑行、停放过程中单腔支柱附件参数的变化情况，一般测量方式有：测量单腔支柱附件活塞杆外露量、测量内腔气压、对比单腔支柱附件左、右件两种状态下活塞杆外露量的差异量、对比几架机单腔支柱附件活塞杆外露量的差异量、跟踪单腔支柱附件一段时间的综合变化量和活塞杆的配合表面是否有油迹及损伤等等，通过以上一个检测手段或者综合几个检测手段，来判断单腔支柱附件近期使用情况^[2]。

4.1 单腔支柱附件内腔充填油液量相对理论行程油量偏少

单腔支柱附件内腔充填油液量相对理论行程确定油量偏少，这种现象一般在场内是无法进行评估的，只有出现在外场飞机平时维护中进行油液更换时，或者不定期检查内腔油液充填量时，这种现象是比较多的，且无任何测量工具及工装来检测，只有通过外场飞机的长时间使用性能反应出来。

4.2 单腔支柱附件内腔充填油液量相对理论行程确定油量偏多

单腔支柱附件内腔充填油液量相对理论行程确定油量偏多，这种现象一般在场内也是无法进行评估的，只有出

现在外场飞机平时维护中进行油液更换时,或者不定期检查内腔油液充填量时,这种现象也是比较多的,造成这种充填油液偏多的原因是外场在进行维护时,为了防止油液偏少影响单腔支柱附件的使用性能,一般情况下,依据外场维修规程,充填油液量会在规程规定充填值及公差范围上限值的基础上,不定量多充填少许油液,这种现象也只有通过飞机的长时间使用性能反应出来。

和油量偏少情况一样,也是通过近几年外场单腔支柱附件的普查,跟踪汇总出来的数据,外场定检时对具体量化的油液填充等工作可以得出,在正常填充气压的情况下,如果实际充填油液量较理论油液充填量偏多的话,飞机停放过程中反应出来的现象是单腔支柱的活塞杆外露量相对场内较长,通常也不会通过目视检查发现此类问题,只有通过人工检测手段可以得出,而此类情况会影响起落架的减震性能,表现出来的是减震性能偏硬,飞机降落过程中的冲击载荷量较正常幅度稍小,影响飞机的安全性能较小;如果充填油液量较理论油液充填量偏大的话,飞机停放过程中反应出来的现象是单腔支柱附件的活塞杆外露量相对理论量及场内其他缓冲支柱明显较长,通常可以通过目视检查发现此类问题,基本上无需通过人工检测手段可以得出,而此类情况也会严重影响起落架的减震性能,飞机降落过程中的冲击载荷量较正常幅度会特别小,影响飞机的安全飞行性能较大,特别严重的话,在飞机降落过程中未来得及完全吸

收冲击载荷时,使剩余的冲击载荷反作用在飞机机身上,有可能造成飞机机身的装配结构的损伤缺陷,严重影响飞机的安全飞行性能,所以也应避免这种实际操作的缺陷。

4.3 静压曲线对起落架单腔支柱附件使用性能影响

场内的静压曲线试验是单腔支柱附件的实际使用性能的反映,在实践中应严格把控和固化厂内静压曲线试验的操作流程,确保起落架单腔支柱附件的出厂质量。通过静压曲线试验对单腔支柱附件的应用研究,可以进一步向飞机其它类型的支柱附件上进行延伸和探索。

5 结束语

近年来,随着航空事业的迅猛发展,航空装备的制造及其使用都处于一个快速发展的时期,大量新型航空装备投入使用,所以产品的维修保障工作也发生了显著变化,对单腔及多腔支柱附件的静压曲线试验标准有了更高的要求,这也要求我们必须探索及制定出一套标准、高效的静压曲线试验的操作流程以及外场维护流程,确保支柱附件的实际使用性能,并最终保障航空装备的安全使用性能。

参考文献

- [1] 王英超.航空制造工程手册[M].北京:航空工业出版社,1990.
- [2] 冯辛安.机械制造装备设计[M].北京:机械工业出版社,2004.