

# 某型飞机发动机处减振器拆装设备研制

谷建一 汪俊杰 付子均 吴瑜娜

(凌云科技集团有限责任公司 湖北 武汉 430030)

**摘要:** 针对某型飞机发动机处减振支座内部减振器在使用中易发生损坏的问题,采用3D激光扫描仪测量,构建模具,利用液压传动原理自行设计并研制了一套减振器拆装设备,优化了减振器拆装工艺方法,提高了减振器安装效率;通过对现有整流罩减振器拆装工艺方法进行研究,改进了拆装工艺,减振支座与固定支座同轴度偏差较大的问题得到了很好地改善。

**关键词:** 液压传动; 减振器; 同轴度

## 0 引言

发动机作为飞机飞行的直接动力源,在其工作期间进气道的气流整流效率和发动机附件的工作状态直接关系到飞行安全。此次研究中涉及的飞机发动机短舱前段下部整流罩的主要作用是整流及保护发动机部附件,整流罩在发动机工作过程中,由于发动机高频振动的作用,且前期整流罩减振支座中减振器安装定位不准或同轴度偏差超差,导致整流罩减振支座内部的减振器橡胶经常发生严重变形,甚至出现与减振器内衬套脱开的现象,从而引起整流罩向下发生偏移,破坏短舱的空气动力外形,造成飞机左右动力不平衡,情况严重时甚至导致返航。本文旨在进一步优化此处减振器安装工艺,减少此类问题的发生,提高安全飞行效率。

## 1 支座处减振器减振原理

发动机整流罩的重力荷载通过短舱5框减振支座(图1)和8框减振支座传递到发动机承力构件上,5框减振支座通过发动机前环固定支座传递到发动机承力构件上,8框减振支座通过固定支架传递到发动机承力构件上。发动机短舱5框减振支座材料为LD5(模压),减振支座内部安装减振器。发动机短舱8框减振支座材料为LD5(模压),减振支座内部安装减振器。减振器的剖面图见图2,减振器是通过内、外衬套和硫化橡胶挤压成型,减振器内、外衬套材料为30CrMnSiA,减振器中间层硫化橡胶1142。

在发动机工作过程中,发动机的高频振动可能会影响内部装配件的工作可靠性和稳定性,为了降低发动机的高频振动对装配件的影响,飞机在设计阶段采用了橡胶减振器来增加阻尼,减少振动传递,主要是由于橡胶是较理想的减振材料,对振动有很好的阻尼效果。

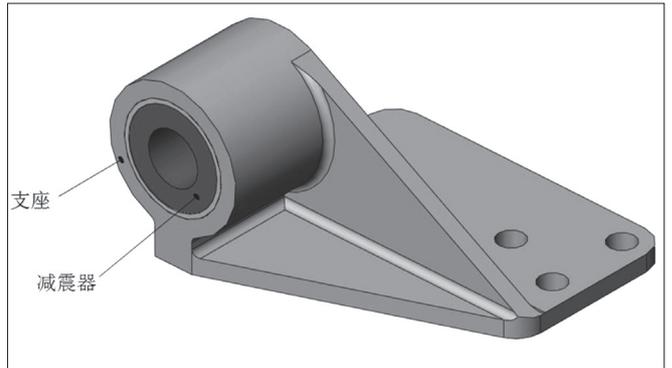


图1 5框减振支座

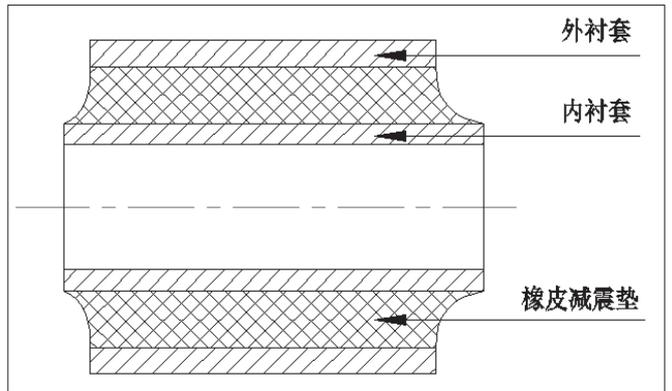


图2 减振器剖面图

## 2 发动机处减振器拆装研究

减振支座内的橡胶减振器对整流罩内装配件有较好的减振作用,但是由于安装减振器工艺不完善造成后期的质量问题时有发生,例如,装配期间硫化橡胶过度变形导致减振失效或使用过程中因同轴度偏差内衬套单侧磨损过度等情况导致失效,因此改善此处减振器拆装工艺是当前亟待解决的问题。

### 2.1 减振器拆装工艺流程

原发动机整流罩减振器拆装工艺流程具体如下:

(1) 分解整流罩减振支座连接螺栓,用扳手固定螺栓头,用另一把扳手拧松螺帽直至螺帽分解,然后用平冲顶住螺栓的螺帽端,用铁榔头均匀地敲击平冲直至螺栓完全脱开;

(2) 分解整流罩减振支座减振器,用自制的模具顶住减振支座有铣槽的端面,另一端用大型铆枪连续均匀施力,直至减振器完全脱离下盖减振支座;

(3) 安装整流罩减振支座减振器,用自制的模具顶住减振支座没有铣槽的端面,另一端用大型铆枪连续均匀施力,直至减振器完全进入减振支座;

(4) 验证减振器内衬套与支座衬套偏摆量,将 $\phi 11.8f9mm$ 的销轴穿入衬套,若销轴在自由状态下能够伸入减振器内衬套,则减振器与衬套的偏摆量在允许范围内,否则应对支座进行调整,直至减振器与衬套的同轴度偏差在允许范围内;

(5) 验证调整合格后安装整流罩减振支座连接螺栓,用金属导向器调整减振器内衬套与减振支座一侧衬套的相对位置,直至螺栓穿入减振器内衬套。

## 2.2 发动机整流罩减振器拆装工艺分析

### 2.2.1 减振器拆装工艺分析

通过对发动机整流罩减振器拆装工艺流程分析发现,工艺流程中的(2)和(3)中应用的大型铆枪和原有自制模具可能会对短舱装配件的精确度、可靠性和稳定性造成一定的影响。

铆枪的工作原理是将高压空气的压力能转换为机械能,通过铆枪内部高压空气频繁推动活塞撞针运动产生推力,推动铆窝撞击减振器外侧衬套从而分解和装配减振器。操作者使用铆枪拆卸或安装减振器过程中需要两名人员相互配合,铆枪操作人员持续用力以保持铆枪位置准确,配合人员固定模具和减振支座,在操作过程中因减振器安装位置狭小使工作人员用力较为困难,难以长期良好地控制铆枪与减振器的相对空间位置;另外,铆窝撞击减振器外侧衬套的同时,铆枪会产生一定的反作用力,这种作用力会引起操作者持铆枪不稳定,难以保证铆枪与减振器的同轴度,从而使施加的推力在减振器外衬套上分布不均匀,导致减振器外衬套各个方向上的挤出量或进给量产生偏差,因减振器外衬套与支座为过度配合,两者产生偏差后极易发生减振器卡死在减振支座内部的现象,严重时甚至导致支座发生变形裂纹。

### 2.2.2 减振器安装后偏摆量测量方式分析

通过对发动机整流罩减振器拆装工艺流程分析发现工艺中(4)和(5)只针对支座衬套与减振器内衬套的偏摆量作了要求,没有对同轴度控制,同时采用金属导向器进行螺栓安装。此处装配技术要求,减振器内衬套与支座衬套最大允许有 $0.1mm$ 的偏摆量,但是工艺是选用比螺栓直径小 $0.2mm$ 的销轴作为基准,若销轴在自由状态下

能够伸入减振器内衬套,则减振器与衬套的偏差在允许范围内。此种测量方式,前提是销轴与支座衬套同轴,工艺选用比螺栓直径小 $0.2mm$ 的销轴作为基准能够满足装配技术要求;若测量过程中轴销与支座衬套不同轴,轴销偏向一侧,因轴销直径 $11.8mm$ 小于减振器内衬套直径 $12.0mm$ ,此刻轴销仍可自由地通过减振器,但内衬套与支座衬套的实际最大偏摆量可以达到 $0.2mm$ 。超过允许值,轴销验证作用失效,此时支座与减振器同轴度偏差达到 $0.2mm$ ,在相关工具的配合下安装螺栓,螺栓受到较大的径向力和轴向力。由于力的作用是相互的,减振器内衬套也受到较大的径向力和轴向力,在重力荷载和发动机振动荷载的双重作用下,极易导致减振支座内部的减振器橡胶发生严重变形,甚至减振器内衬套脱开。

### 2.3 发动机整流罩减振器拆装工艺改进

操作者使用铆枪和原自制模具拆装减振器过程中,出现减振器卡死或者减振支座变形的现象,主要是由于在拆装减振器过程中难以保证铆枪与减振器的同轴度,铆枪施加的推力在减振器外衬套上分布不均匀,减振器外衬套各个方向上的挤出量或进给量发生了位置偏差。针对此现象,在研究了原有工艺方法后,做出如下工艺和设备改进:由于减振支座不是完全开放的结构,设备不易对其进行固定,为此,采用3D激光扫描仪测量减振支座外表面及减振器安装面,对测量的三维数据进行预处理,以处理之后的数据建模。

图3所示为减振器拆装设备示意装配图。在三维软件中对减振支座进行固定夹具和调节螺母的设计,按设计图纸制造减振器拆装零组件,并增加液压压力源,最终组成拆装设备如图4所示。为了让设备操作简单,稳定可靠,该装置采用液压缸作为动力源拆装减振器,首先将泵体端的机械能转变为液压油的压力能,然后通过压力软管传递至液压缸推动活塞杆,将液压油的压力能转变为拆装减振器端的机械能。在设计期间采用激光测绘和3D建模等手段,并用激光同轴度测量验证,保障了固定夹具、调节螺母、顶块与减振支座的同轴度要求,同时为进一步工作便利针对支座进行铣加工导向槽工作面,并依据拆装时工作状态结合导向槽设计减振支座夹具和减振器拆装顶块,在挤出或进给减振器的过程中,最大程度保证顶块与减振器、支座三者的同轴度,使三者径向相对位置固定,在轴向上减振器外衬套各个方向上的挤出量或进给量保持一致,实现稳定静压力的减振器拆装。

#### 2.3.1 减振器拆装工艺步骤

减振器拆装设备主要由调节螺母、固定夹具、顶块、活塞杆、油缸、手摇泵及连接软管组成。减振器拆卸具体操作步骤依次为:①安装固定夹具;②锁紧调节螺母;③安装油缸;④用液压软管将油缸与手摇泵连接起来;⑤操作手摇泵,伸出活塞杆,使活塞杆头部的

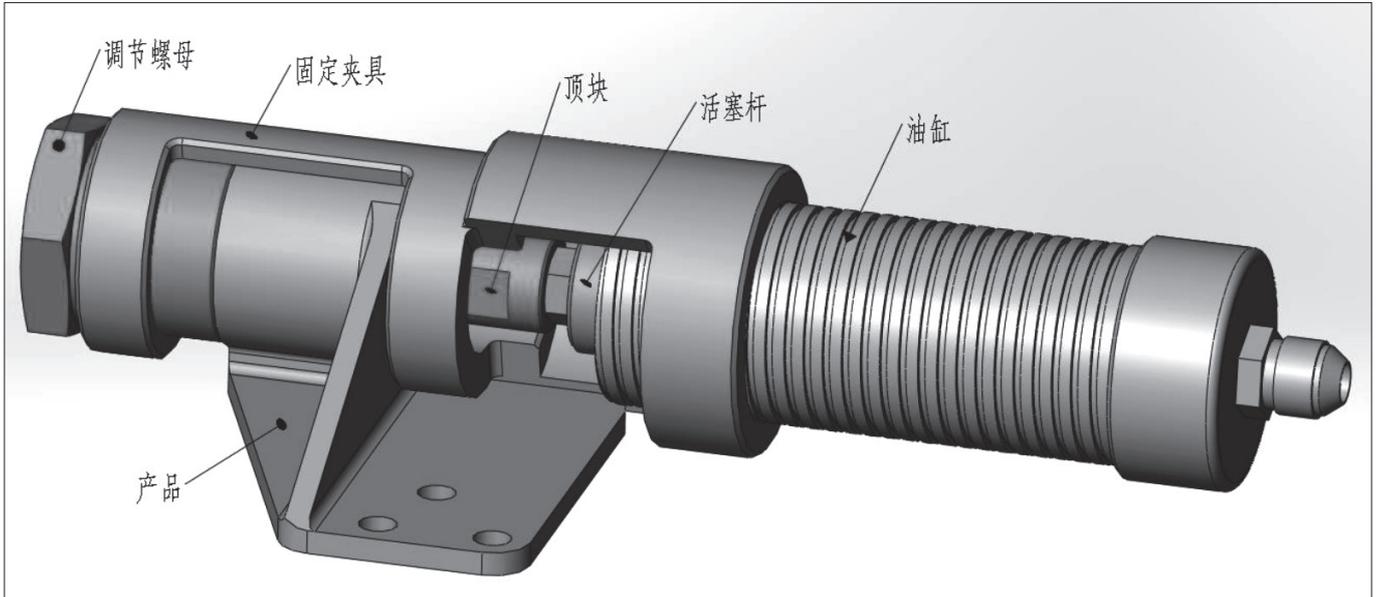


图3 减振器拆装设备示意装配图



图4 减振器拆装设备实物装配图

顶块顶至减振器端面，并可可靠接触；⑥继续操作手摇泵，推动活塞杆，进而将减振器从支座中顶出；⑦操作手摇泵上的卸压开关，卸去液压系统的压力；⑧手动缩回活塞杆；⑨拆除固定夹具；⑩最终实现将减振器从支座中取出。

安装减振器的具体步骤（以图3为例，因减振支座右侧为小尺寸端面，因此须将油缸转至产品左侧）：①安装固定夹具；②安装调节螺母，调节旋紧至将固定夹具和支座完全锁紧固定；③安装油缸；④用液压软管将油缸与手摇泵连接起来；⑤安装减振器，将之边缘引导装入支座，操作手摇泵，伸出活塞杆，使活塞杆头部的顶块顶至减振器端面并可可靠接触，试增压小行程推动活塞杆压入减振器，检查减振器和顶块位置状态，位置及工作状态正常；⑥继续操作手摇泵，推动活塞杆，进而将减振器压入支座；⑦操作手摇泵上的卸压开关，卸去液压系统的压力；⑧手动缩回活塞杆；⑨拆除固定夹具，

完成减振器安装。

### 2.3.2 减振器安装后地面模拟测量

在发动机工作过程中，如果减振器内衬套与支座衬套的偏摆量太大，连接螺栓受到较大的径向力和轴向力，由于力的作用是相互的，减振器内衬套也受到较大的径向力和轴向力，在重力荷载和发动机振动荷载的双重作用下，导致减振支座内部的减振器橡胶发生严重变形甚至减振器内衬套脱开现象，导致减振器失效。针对此现象，为解决原有测量

偏差问题，现重新设计制作地面模拟安装测量销轴进行地面模拟安装测量：制作测量销轴如图5所示。将销轴由原 $\phi 11.8$ 的通径销轴改为台阶式，即大截面尺寸为 $\phi 12f9mm$ ，小截面尺寸为 $\phi 11.8f9mm$ ，测量时将有台阶的销轴穿入衬套，销轴大截面端与支座衬套过盈配合，以保证销轴与衬套的同轴度，若销轴小截面端在自由状态下能够完全伸入减振器内衬套，则减振器与衬套的偏摆量在允许的 $0.1mm$ 范围内，否则应对支座进行调整，直至减振器与衬套的偏摆量在允许的范围。

## 3 结语

为了解决某型飞机发动机处减振支座内部减振器在安装、使用期间易发生损坏的问题，设计了一套整流罩减振器液压拆装设备，优化了当前的减振器安装工艺。生产实践表明，这套减振器拆装设备具有噪音小、操作

（下转第35页）

态时,该系统将自动控制平衡重沿着减小平衡方向移动。当处于欠平衡状态时,该系统将自动控制平衡重沿着增加平衡的方向移动,平衡电机也在PLC的指令下做出相应动作。

### 3 结语

游梁式抽油机自适应平衡装置采用机械结合控制系统的方案,由传感器采集运行参数,PLC计算平衡度并依据平衡度发出控制指令,平衡电机自动调节平衡重,改善了抽油机的平衡状态。平衡状态时电动机所需提供的动力仅为原来的1/2,从而降低了电机的功率和负载,提高了采油效率,实现了节能的目的,具有较好的经济效益和社会效益。

#### 参考文献:

[1] 杨敏嘉,常玉连.石油钻采设备系统设计[M].北京:石油工业出版社,2011.

[2] 刘明皓.常规游梁式抽油机自动平衡调节装置[J].

石油机械,2012(07):100-102.

[3] 邓思哲,张顶学.游梁式抽油机自动调平衡装置的设计及应用[J].石油天然气学报,2014(11):231-233.

[4] 朱砂.游梁式抽油机自适应平衡装置及控制系统设计[D].大庆:东北石油大学,2016.

[5] 呼思杰,李晗,何冬青.常规游梁式抽油机自动平衡改造方案及节能原理分析[J].山东工业技术,2016(12):67-68.

[6] 曾豪勇.基于数控系统的游梁式抽油机辅助平衡研究[D].荆州:长江大学,2015.

[7] 孟亚,王金东,于振东,等.加装减载器的有杆抽油系统的平衡调节[J].石油矿场机械,2012(41):36-39.

[8] 吉效科,许丽,智勇.新型数字化抽油机的研制与应用[J].石油机械,2013,41(10):96-99.

**作者简介:**何强(1987.07-),男,汉族,辽宁大连人,本科,中级工程师,研究方向:精密机械设备。

(上接第32页)

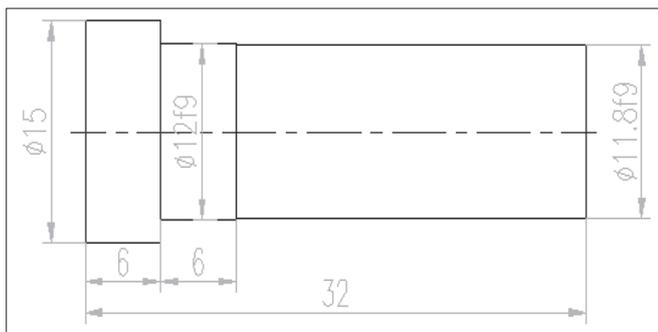


图5 自制销轴示意图

简单、便于携带且性能可靠等特点,能够提高某型飞机发动机处减振器的装配效率,同时作业环境要求度不高,达到了设计目的。采用优化后的工艺方法及设备,完全避免了减振器在安装期间因承受冲击载荷造成的损伤,降低了操作人员的劳动强度,提高了一次性安装成功率,解决了减振支座内部减振器因安装偏差导致在工作期间易发生损坏的问题,有效地提高了减振器的拆装效率,保证了减振器后续安全可靠使用。

#### 参考文献:

[1] 张卫明.液压系统原理及故障分析与排除[J].金属加工冷加工,2013(07):74-75.

[2] 陈思源.减振降噪在机械设计中的应用研究[J].内燃机与配件,2016(12):9-10.

[3] 刘松,李新强.减振降噪在机械设计中的应用分析[J].山东工业,2017(20):31-34.

[4] 左健民.液压与气压传动[M].北京:机械工业出版社,2016.

**作者简介:**谷建一(1990-),男,汉族,黑龙江齐齐哈尔人,本科,工程师,研究方向:飞机动力系统修理、装配及调试;汪俊杰(1987-),男,汉族,湖北武汉人,硕士研究生,工程师,研究方向:飞机机体结构修理;付子均(1991-),男,汉族,江西南昌人,本科,工程师,研究方向:航空动力系统附件修理;吴瑜娜(1979-),女,汉族,湖北武汉人,工程师,研究方向:几何量计量。