

# 縫內用XS-1 密封胶膜及其应用

六〇三所 韩学忠

## 一、前言

在飞机制造中,膏状密封胶作为机翼整体油箱縫内密封剂使用,虽然能达到良好的密封,但存在着如下问题:

1. 密封胶涂后,在零件对合时一部份密封胶被挤出,造成浪费,而且为了清除挤出的余胶,要花费许多工时,使生产周期加长;由于必须用丙酮擦洗挤出的密封胶,也带来不利的劳动条件;

2. 縫内采用的膏状密封胶,不可避免地要粘到铆钉头部,因而造成铆接后铆头歪扭、裂纹及崩裂,换钉率很高,影响结构强度。

为了解决上述问题,由西北橡胶工业制品研究所研制了可代替縫内膏状密封胶的XS-1密封胶膜。

## 二、XS-1密封胶膜的性能

縫内用XS-1密封胶膜,是以JLG-111半固态聚硫橡胶加入其它配合剂经混炼挤出成条形薄膜式密封材料。它可以室温或加温硫化。使用温度范围为 $-50\sim+130^{\circ}\text{C}$ ,对阳极化铝合金不产生腐蚀。

### 1. XS-1胶膜的物理机械性能

#### 1) 常温物理机械性能:

抗拉强度 公斤/厘米 <sup>2</sup>	伸长率 %	永久变形 %	抗剥强度 公斤/厘米	脆性温度 °C
$\geq 35$	$\geq 300$	$\leq 15$	$\geq 3.5$	-40

#### 2) $130^{\circ}\text{C}\times 50$ 小时航空煤油作用后物理机

械性能:

抗拉强度 公斤/厘米 <sup>2</sup>	伸长率 %	永久变形 %	重量变化 %	体积变化 %
$\geq 15$	$\geq 300$	$\leq 15$	$-4\sim+8$	$-4\sim+8$

3)  $100^{\circ}\text{C}\times 200$ 小时热空气老化后物理机械性能:

抗拉强度 公斤/厘米 <sup>2</sup>	伸长率 %	永久变形 %
$\geq 30$	$\geq 250$	$\leq 15$

### 2. XS-1胶膜的工艺性能

胶膜对阳极化铝合金有良好的粘附性。在施工过程中不流淌,不粘手,不粘工具,穿铆钉钉杆头部不粘胶,铆接时具有良好的塑性,不仅能保证填满铆接夹缝,而且铆钉铆后的铆头质量也好,还有利于文明生产和良好的劳动条件。

## 三、XS-1密封胶膜的试用试验

为了考验XS-1胶膜是否能满足设计要求,在正式装机前进行了如下试验。

### 1. XS-1胶膜在典型结构上的高低温弯曲疲劳试验

#### 1) 试件的结构尺寸及密封型式

试件为 $420\times 220\times 3.5$ 毫米的阳极化铝合金板材(LY12-CZ),在板中间铆一根长为220毫米的阳极化铝合金“T”形型材,铆钉间距为30毫米。为了防止铆钉孔本身的密封影响对胶膜密封性的考验,在两铆钉之间的板材上钻 $\phi 2.5$ 毫米孔,共钻15个孔。

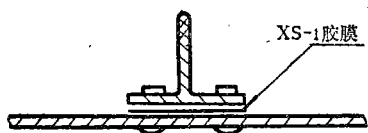


图1 试件密封示意图

试件为缝内单边密封（图1）

## 2) 试验条件

高温： $100 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ；

低温： $-50 \pm 5^{\circ}\text{C}$ ；

频率：94次/分；

振幅： $+7$ 毫米和 $-8$ 毫米；

时间：高低温各30小时（反复弯曲169200次）；

气密检查：充0.5公斤/厘米<sup>2</sup>压力，保持5分钟不漏气。高低温各检查三次，共六次。

## 3) 试验

试验是在高低温反复弯曲疲劳试验机上进行。

试件放入试验机的保温箱中，试件的“T”形型材固定在夹具上，试件两端夹入试验机的活动铰链中，活动铰链进行上7毫米和下8毫米的直线运动，试件两端随铰链上下移动而受弯曲，胶膜受拉、压载荷而变形。

试件在保温箱中升温至 $100^{\circ}\text{C}$ ，在此温度下进行反复弯曲10小时，取出进行气密检查。随后再放入保温箱中，降温至 $-50^{\circ}\text{C}$ ，在此温度下进行反复弯曲10小时，取出进行气密检查，这样进行三个循环，高低温各30小时，共检查六次。

试件共两件。一件先高温后低温，另一起先低温后高温进行试验。

## 4) 试验结果

上述两个试件，经高低温反复弯曲疲劳试验，均未产生漏气现象。

## 2. XS-1胶膜密封油箱的振动疲劳试验

### 1) 试件的结构尺寸及密封形式

整体油箱试件的结构同产品的结构相似。为简化制造工艺，翼形沿弦向及展向的变化未予考虑。其尺寸为长2346毫米、宽550毫米、高

305毫米的长方形箱体，相当于实际油箱尺寸的一半，见图2。

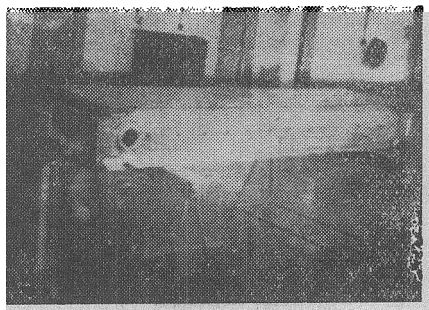


图2 试件外观

油箱主要由前梁、后梁、上壁板（有一块可卸壁板）、下壁板、四个中间肋和两个端肋等经铆接而成（图3）。

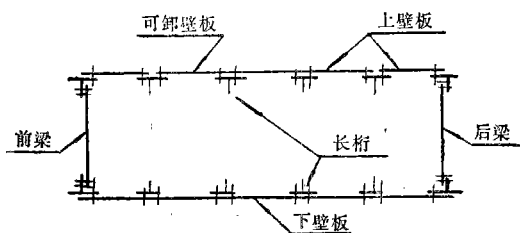


图3 油箱结构示意图

油箱的密封形式：为考验各种密封材料及密封结构的优劣，在试件上选用了多种密封材料和密封结构，但以XS-1密封胶膜为主，其具体密封部位见图4、5、6、7。

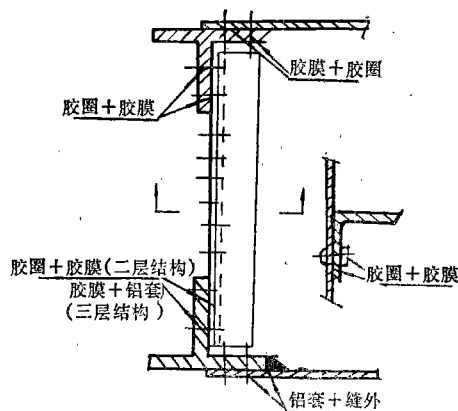


图4 前梁密封

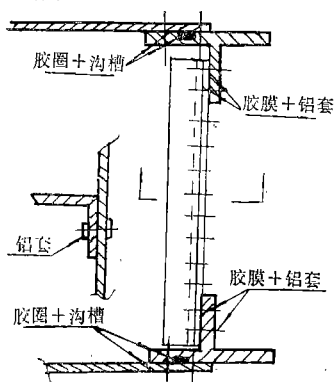


图5 后梁密封

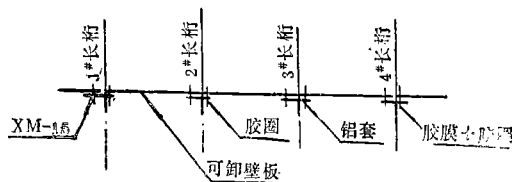


图6 上壁板密封

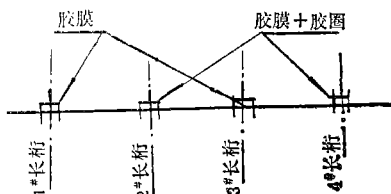


图7 下壁板密封

## 2) 试验条件

试件中加油 230 公斤，充内压 0.33 公斤/厘米<sup>2</sup>，加外载 3500 公斤（静载）。

振动参数：频率 21 赫，调整振幅使试验段的最大过载不小于 1.45g，同时振动正应力不小于 0.4 公斤/厘米<sup>2</sup>，振动剪应力不小于 0.305 公斤/厘米<sup>2</sup>；总振动次数为 10<sup>7</sup> 次。

## 3) 试验结果

试件在给定的试验范围下进行了 0.65 × 10<sup>7</sup> 次振动疲劳试验。由于结构振动疲劳破坏而停止。但 XS-1 胶膜所密封的结构未发生渗漏。振动疲劳试验虽未达到 1 × 10<sup>7</sup> 次，但是振动环境比较恶劣；试验区的最大应力比实际产品振动测得的应力大；在动应力 ±1 公斤/毫米<sup>2</sup>

的条件下壁板产生拱形（如图 8a 所示），这对前、后梁及下壁板的连接铆钉的密封线是一次极严格的考验，但并未产生渗漏。在外加激振器作试验时，靠根部位置的应力比 A-A 切面（图 8b）的应力大得多，这实际上是一次加速试验，而根部密封线在大应力的长期振动中也未发现渗漏现象。

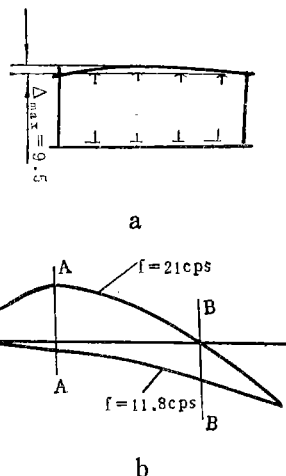


图 8

a. 试件充压引起的变形；

b. 在外力作用下试件沿展向形变分布状态。

通过上述试验，认为 XS-1 密封胶膜可以装机试用。

## 四、XS-1密封胶膜装机试用

XS-1 密封胶膜从一九七三年开始在多架机上试用，至今使用最长的已六年，飞行 300 多小时，1000 多个起落，经检查密封情况良好，油箱均未发现渗漏现象，达到设计和工艺要求。

## 五、结 论

XS-1 密封胶膜经过多年研制、改进、试验和试用考验，证明基本满足了设计要求，工艺性良好。此胶膜已于一九七九年七月通过正式鉴定，进一步推广应用。