

# 某机右中外翼下壁板裂纹开裂模式研究

何宇廷<sup>1</sup>, 陈勇<sup>2</sup>, 吴显吉<sup>1</sup>, 何卫锋<sup>1</sup>, 马康民<sup>1</sup>

(1. 空军工程大学 工程学院, 陕西 西安 710038; 2. 北京市复兴路14号74分队, 北京 100843)

**摘要:**通过对某机右中外翼开裂下壁板裂纹源区材料的扫描电子显微镜分析,发现金相照片上有应力腐蚀、疲劳破坏的显著特征,从而得出结论,其疲劳开裂模式为由应力腐蚀诱发的腐蚀疲劳开裂。

**关键词:**金相照片;应力腐蚀;腐蚀;疲劳;开裂

**中图分类号:**V215.6 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-3516(2001)05-0004-03

某型飞机飞行3 161 h 42 min(总起落数4 173个)后,发现该机右中外翼下壁板与主起落架连接区发生了裂纹故障,经探伤测试,其裂纹长为175 mm,穿透性裂纹长度约70 mm,占裂纹总长的40%。从裂纹始端测量,有70 mm长的裂纹表面有错手感。为了对裂纹故障进行深入分析,本文首先对裂纹开裂模式进行了仔细研究,得到了有益的结论。

## 1 裂纹故障部位及使用环境

该机右中外翼第二个壁板在6~7肋间与Ⅱ大梁、1<sup>#</sup>~5<sup>#</sup>长桁、七肋梳状件与起落架连接支柱连接。裂纹故障部位壁板则主要同1<sup>#</sup>、2<sup>#</sup>长桁及7<sup>#</sup>梳状件相连接,裂纹实际部位见图1(a)所示,其连接示意图见图1(b)所示。该机长时间在南方潮湿气候环境中使用,右中外翼下壁板在飞机使用过程中,长期承受拉压交变载荷作用。



图1(a) 故障裂纹部位

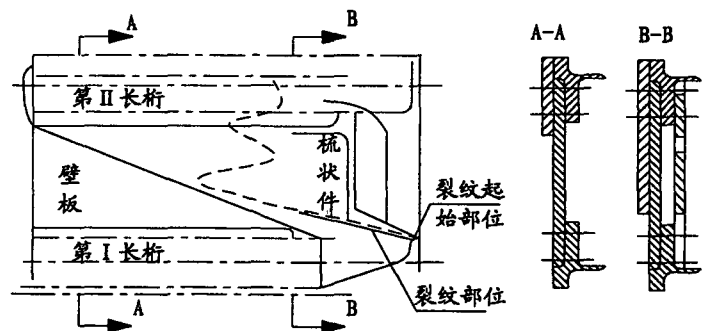


图1(b) 故障裂纹部位连接示意图

## 2 断口金相分析

为了弄清裂纹故障壁板的开裂模式,在该机开裂壁板的裂纹起始部位切割了断口材料试样,其切取位置及试样形状见图2、图3。实验分析是在西北工业大学电镜室完成的,所用设备为ANRAY-10008扫描电子显微镜,实验环境为实验室条件。

收稿日期:2001-04-25

作者简介:何宇廷(1966-),男,四川阆中人,副教授,博士,主要从事结构使用寿命、可靠性及优化设计研究。

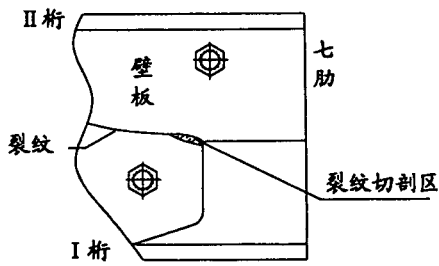


图 2 金相试样取样部位示意图

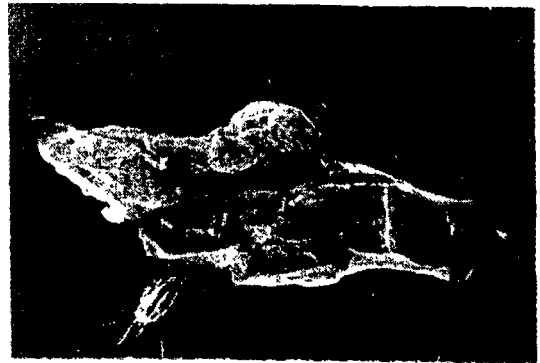


图 3 该机裂纹起始处金相试样

经过电子显微镜观察<sup>[1]</sup>,发现在裂纹起始处(即壁板尖角处)断口上,存在大量的沿晶开裂二次裂纹及腐蚀产物(见图 4~图 6),并且伴有泥纹花样(见图 7)。同时在断口上还发现有疲劳条带(见图 8~图 9)及有关腐蚀产物(见图 10~图 11)。在电镜下也可看到轧制板材的拉长晶粒(见图 12)及相应的层状二次裂纹(如图 13 所示)。图 4~图 7 照片位于裂纹起始处(图 3 中左端部分),图 8~图 11 位于裂纹扩展部分(图 3 中右端部分),图 12、图 13 位于裂纹自由表面处(图 3 中上边部位)。所有这些现象都说明该机右外翼下壁板裂纹故障是由应力腐蚀诱发的腐蚀疲劳开裂。当裂纹开裂形成一定长度后,则主要是由疲劳载荷引发的疲劳裂纹扩展<sup>[2]</sup>,从而导致下壁板发生 175 mm 长的裂纹故障。

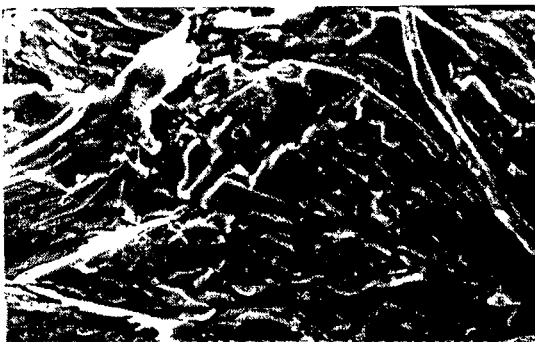


图 4 断口沿晶开裂二次裂纹



图 5 断口二次裂纹及腐蚀产物

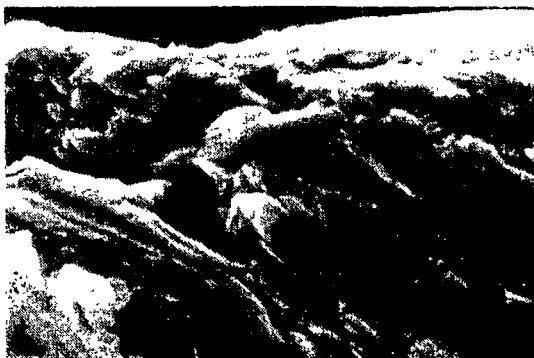


图 6 断口二次裂纹及腐蚀产物



图 7 断口腐蚀泥纹花样

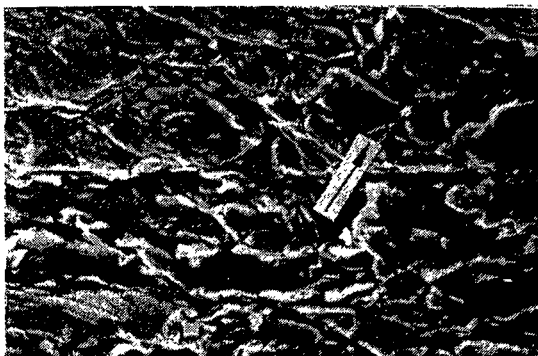


图 8 断口二次裂纹及疲劳条带



图 9 断口疲劳条带及腐蚀产物

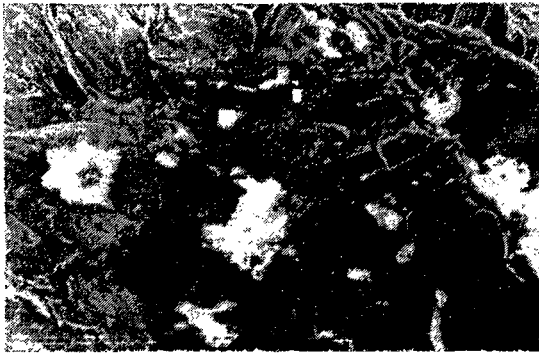


图10 断口腐蚀产物

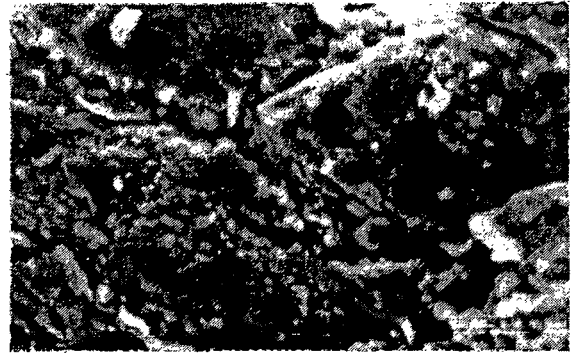


图11 断口腐蚀产物及二次裂纹

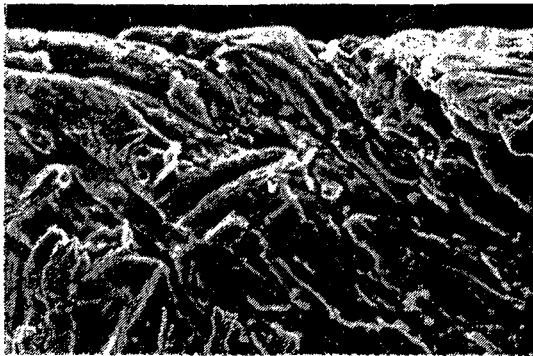


图12 断口的二次裂纹及拉长晶粒

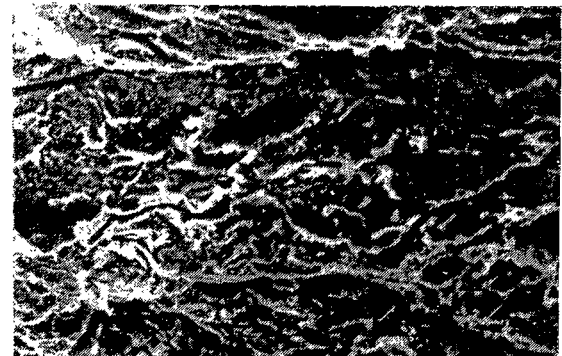


图13 断口层状二次裂纹

### 3 结论

该机右外翼下壁板故障裂纹的开裂模式是由应力腐蚀诱发的腐蚀疲劳开裂。由此,为减少此类故障的发生,在实际飞机外场维护工作中,应尽量避免该部位长期积水(比如,在潮湿环境中,应尽量避免冷凝水的驻留)。同时,在使用中要加强该部位的检查,以便发现问题,及时处理。

#### 参考文献:

- [1] 陈世朴,王永瑞. 金属电子显微镜分析[M]. 北京:机械工业出版社,1982.  
 [2] 吴富民. 结构疲劳强度[M]. 西安:西北工业大学出版社,1985.

## On the Crack Mode of the Cracked Down Skin of the Right - middle - outer Wing in an Aircraft

HE Yu - ting<sup>1</sup>, CHEN Yong<sup>2</sup>, WU Xian - ji<sup>1</sup>, HE Wei - feng<sup>1</sup>, MA Kang - min<sup>1</sup>

(1. The Engineering Institute, Air Force Engineering University, Xi'an 710038, China;

2. No. 74 Unit #14 Fuxing Road, Beijing 100843, China)

**Abstract**·After an analysis of the crack - source material of the cracked down skin of the right - middle - outer wing in an aircraft by means of the electron scanning microscope, a lot of features known as corrosion, stress corrosion and fatigue damage have been detected in the photomicrograph. Thus the conclusion can be drawn that the crack mode of the cracked down skin is of corrosive fatigue cracking caused by stress corrosion.

**Key words**: photomicrograph; stress corrosion; corrosion; fatigue; crack