

技术简讯

螺栓结构腐蚀疲劳寿命估算方法研究

韩金玲

(飞机结构强度研究所,西安,710061)

**CORROSION FATIGUE LIFE EVALUATION METHOD
RESEARCHES FOR THE BOL TED JOINTS**

Han Jinling

(Aircraft Structure Strength Research Institute ,Xi an,710061)

1 结构细节腐蚀疲劳额定值的确定^[1]

试件的螺栓件,板材为 LC4CS,螺栓材料为 30GrMnSiA。试件浸泡在 3.5 %NaCl 溶液中。结构细节疲劳额定值的确定选用两点法,即在 $N_{95/95} = 10^5$ 两边分别作一组试验 ($R = 0.06$)。表 1 给出了两级应力水平下的试验数据。

表 1 常幅 ($R = 0.06$) 下的试验数据

最大应力/MPa	N/ 循环					
$S_{max1} = 104$	30 800	17 700	25 900	23 900	24 000	
$S_{max2} = 53.2$	167 500	330 200	434 800	283 700	132 600	298 800

依据文献 [1] 常幅下确定 DFR 值的两点法原则,按照公式 (1) 分别求出这两组的 $N_{95/95}$ 。

$$N_{95/95} = \frac{1}{S_T S_C S_R} \tag{1}$$

其中 $= \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n N_i \right]^{1/}$ 。

将两组试验数据代入上式,可得 $N_{1(95/95)} = 10458$ (循环); $N_{2(95/95)} = 131498$ (循环)。

再将上述两组值代入 (2) 式,即可求出该结构在 3.5 %NaCl 溶液中的 DFR 值。

$$DFR = 10^{\{1g S_{max1} + [1g(S_{max1}/S_{max2})/1g(N_2/N_1)]lg N_1 - 5lg(S_{max1}/S_{max2})/1g(N_2/N_1)\}} \tag{2}$$

$$DFR_{(腐)} = 57.54MPa$$

2 腐蚀环境下疲劳寿命分析

通过上述试验计算,已经得到了螺栓件在腐蚀环境中的 DFR 值。为了对这种估算方法的可行性进行评估,进行了谱载荷下同种结构、同样环境的疲劳试验。试验载荷谱如表 2 所示。试验结果见表 3。

表2 施加载荷情况

循环	P_{max}/kN	P_{min}/kN	4001次飞行出现次数
A	10.893	8.884	3 600
B	11.269	8.507	360
C	11.902	7.874	40
D	13.159	0	1
E	10.517	9.260	8000

表3 谱载荷试验结果

试件号	37	19	14	24	10
飞行次数	117 000	91 500	118 600	97 200	119 400

将试验值代入(1)式,即可求得: $(谱) = 110600; N_{谱(95/95)} = 45 400$ (飞行次数)。折算成循环块数 $N_{PO} = 45 400/4 001 = 11.3$ (块)。

按照公式(3)计算出各级应力水平下的常幅疲劳寿命 N_i ,然后按照线性累积损伤理论,利用公式(4)求出破坏时的循环块数。计算步骤与结果见表4。

$$N_i = 10^{(5 - 1g Y_i / 1g S)} \tag{3}$$

其中, $Y_i = \frac{(S_{mo} - 0.53DFR) S_{ai}}{0.47DFR(S_{mo} - S_{mi})} \circ$

$$N_{po} = 1 / [\sum n_i / N_i] \tag{4}$$

表4 螺栓件疲劳寿命计算步骤与结果

损伤类型	载荷级号	S_{maxi} /MPa	S_{mini} /MPa	S_{ai} /MPa	S_{mi} /MPa	n_i /次	DFR /MPa	S_{mo} /MPa	S	N_i /次	n_i/N_i	n_i/N_i	N_{po} /块
阵风谱损伤	E	84.136	74.08	5.028	79.108	8000	57.54	533	2.15	11 668 096	0.000 686		
	A	87.144	71.072	8.036	79.108	3600	57.54	533	2.15	2 844 461	0.001 256		
	B	90.152	68.056	11.048	79.104	360	57.54	533	2.15	1 093 956	0.000 329		
	C	95.216	62.992	16.112	79.104	40	57.54	533	2.15	349 945	0.000 114	0.119212	8.388
地空地损伤	A	87.144	13.408	36.848	50.276	3600	57.54	533	2.15	34 834	0.103 347		
	B	90.152	13.408	38.372	51.780	360	57.54	533	2.15	30 549	0.011 784		
	C	95.216	13.408	40.904	54.312	40	57.54	533	2.15	24 831	0.001 611		
	D	105.272	0	52.636	52.636	1	57.54	533	2.15	11 749	0.000 85		

参 考 文 献

1 薛景川. 螺栓和耳片强度分析手册. 航空航天部(AFFD)系统工程办公室, 1988:105 - 106