

歼击机主起落架充气嘴处的 应力测定研究

西北工业大学 谢永华 郑斯滔 崔振源

THE INVESTIGATION OF STRESS AT AN ENTER-GAS NOZZLE OF MAIN LANDING GEARS FOR FIGHTER AEROPLANES

Northwestern Polytechnical University
Xie Yonghua Zheng Sitao and Cui Zhenyuan

关键词 主起落架, 充气嘴, 应力。

Abstract In this paper, the distribution of axial stress at the cross-section of an enter-gas nozzle of main landing gears and the distribution of circumferential stress at a screwed hole of the enter-gas nozzle are investigated by using photoelasticity. The stress intensity factor K_I of an enter-gas nozzle containing semi-elliptic crack is also investigated by using both photoelastic and acoustic technique. The former experimental results are in agreement with analytical results. The difference between the latter experimental techniques is within 10 percent. This is satisfactory in engineering use. The values determined by the experiments are lower than the ultimate values σ_u and K_{Ic} of the material used in the design of the landing gear. Therefore, The landing gear redesigned is rational and safe.

Key words main landing gear, enter-gas nozzle, stress.

1988年4月12日收到

歼击机在使用中发生主起落架外筒断裂事故，其中有的是在起落架外筒充气嘴的内螺纹处断裂。本文给出改型后起落架外筒充气嘴处的应力分布，提供起落架寿命估算和今后设计的依据，对改进后的起落架外筒进行了应力测定。

由于充气嘴处的应力十分复杂，应力集中现象又比较严重，利用光弹性实验的直观性强和便于测试应力集中等优点，采用光弹性法测定了该处的应力大小和分布，并和理论计算的结果作了初步比较。对产生裂纹的外筒，用光弹性和焦散线法测定了裂纹前缘的应力强度因子。充气嘴位于起落架上接头下部。外载荷由生产单位提供。测出每个载荷下模型的应力分布，最后按实际比例将每个载荷引起的应力进行叠加。

光弹模型采用冻结加载，模型上载荷大小由切片中条纹加以控制，一般把条纹级数控制在3级左右。在冻结好的光弹模型上选择15个切片（如图1(a)），每个切片上取5个测点（图1(b)）；充气嘴螺纹孔处取3个切片（图2(a)），每片取16个测点（图2(b)）。从条纹图上可见（图3(a), (b)），沿壁厚方向中部应力较大；螺纹孔切片的条纹见图3(c)。

根据生产厂提供资料，最危险工况实际受力为 $F_x = -22.3\text{kN}$, $F_y = 67\text{kN}$ 。3个方向实际载荷同时作用下，按光弹性测量值换算到起落架上该处外筒轴向应力，其分布见图4(a)，

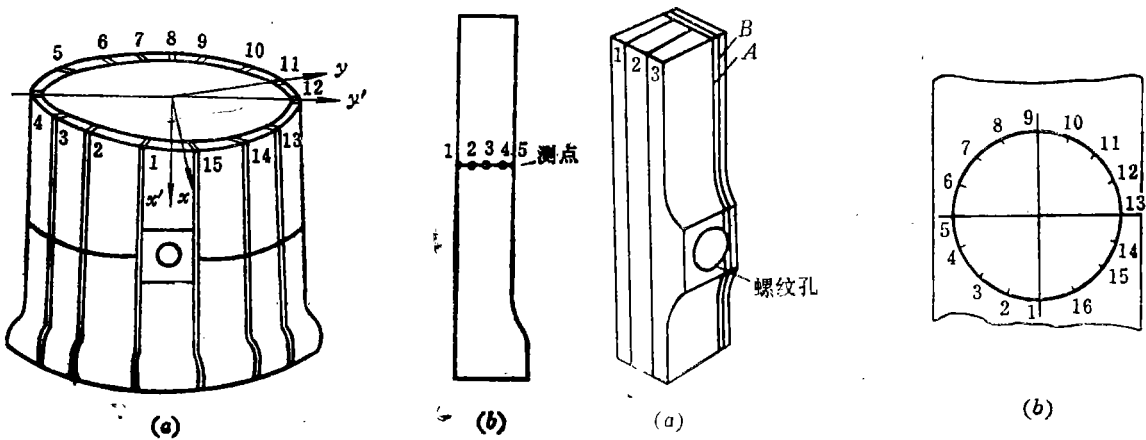


图1 光弹模型

图2 充气嘴切片与测点



图3 条纹图

孔边周向应力分布见图4(b)。螺纹孔边最大应力 $\sigma_{\max} = 1410\text{MPa}$, 在孔边点5处。这和实际裂纹所在位置是一致的。按强度理论计算该点值低于材料的 σ_b ($\sigma_b = 1680\text{MPa}$)^[1], 这说明改型后的设计是合理的。

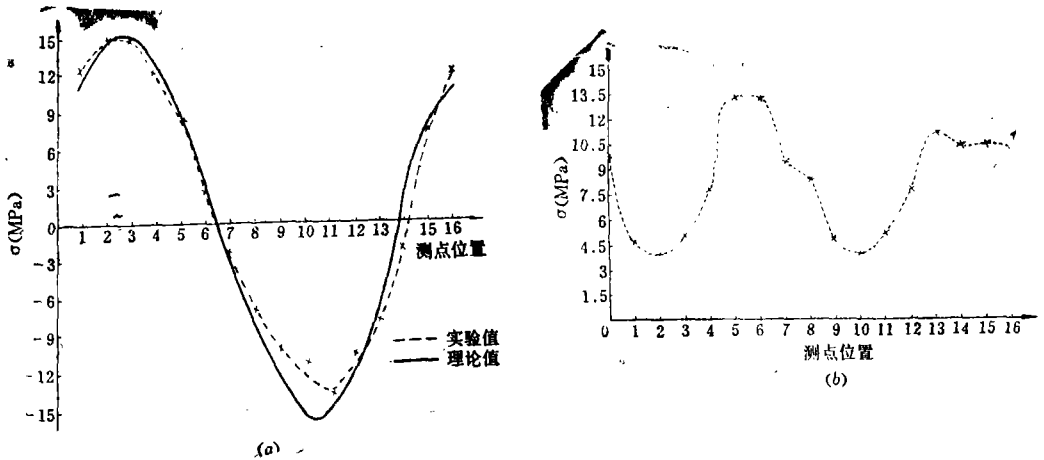


图4 应力分布

理论应力计算用工程中常用的材料力学方法计算, 已标在图4上。实验值和理论值符合良好。

裂纹开在实验测定的最大应力位置处, 裂纹形状简化为半椭圆裂纹, 长度 $2c = 6\text{mm}$, 深度 $a = 1.3\text{mm}$ 。用光弹性法测应力强度因子采用Schrodell-Smith提出的方法^[2]。典型条纹图见图3(d)。将实验结果进行线性回归, 测得最危险工况下的 $K_{I\max} = 45.22\text{MPa}\sqrt{\text{m}}$ 。还用最新的焦散线法^[3]测应力强度因子。我们采用特殊的处理, 在普通光弹切片上用焦散线进行测量。由焦散线测得的 $K_{I\max} = 49.46\text{MPa}\sqrt{\text{m}}$ 。两种实验方法测出的值, 相对误差小于10%, 可满足工程上要求。

起落架材料的平面应变断裂韧性 $K_{Ic} = 87.6\text{MPa}\sqrt{\text{m}}$ ^[1], 说明改型设计后的起落架是安全的。

参 考 文 献

- 1 田正非等. 30CrMnSiNi2A钢 K_{Ic} 的统计特性. 西工大硕士论文, 1984
- 2 Schroedel M A, McGowan J J, Smith C W. Exp.Mech. 1974; 14:(10)
- 3 Sih G C. Mechanics of Fracture—Experimental Evaluation of Stress Concentration and Intensity Factors. Martinus Nijhoff Publishers, 1981