

# 主起落架的故障分析

## ANALYSIS OF A SERIES MECHANICAL TROUBLE IN A RETRACTABLE MAIN LANDING GEAR OF A JET FIGHTER

成都飞机公司 黄振威

*Chengdu Aircraft Corporation*

Huang Zhenwei

**关键词** 主起落架, 故障现象, 喷气歼击机。

**Abstract** This article introduces some serious trouble cases when a jet fighter can't release its main landing gear in the air. The theoretical analysis and the methods to handle the cases are also presented.

**Key words** main landing gear, serious trouble cases, jet fighter.

### 1. 故障现象

某飞机在着陆前放起落架时, 飞行员将起落架手柄从中立位置推到放下位置, 仪表板上三个指示轮位完全收上的红灯全部熄灭, 而指示起落架完全放下的绿灯却有一侧未亮, 此时飞行员感到有明显侧滑。当飞行员将手柄重新放到收上位置, 然后从收上位置直接推到放下位置时, 仪表板上三个红灯熄灭, 三个绿灯全亮, 起落架放下, 飞机侧滑消失, 安全着陆。以后飞行中曾随机出现上述故障现象, 均采取此措施, 使飞机放下主起落架安全着陆。

### 2. 通过起落架收放原理分析故障

当起落架处于收上位置时, 上位锁锁钩钩住位于主起落架支柱上的锁环, 收放作动筒回油, 起落架由转轴及上位锁锁钩支持。此时, 与锁钩止动摇臂同步转动的摇臂压住收起位置终点电门, 仪表板上指示轮位红灯亮, 如红灯熄灭, 则表示摇臂离开终点电门, 即上位锁钩止动摇臂是转动了的, 此时由锁环传来的外力使锁钩转动打开。在主起落架处于放下位置且作动筒上锁时, 主起落架支柱上的支臂压住放下终点电门, 仪表板上绿灯亮; 反之, 绿灯未亮, 说明引落架未处于放下位置。

主起落架收放是通过液压作动筒按一定程序来完成的。放起落架时, 上位锁作动筒推动摇臂, 通过联动钢索将机轮护板锁的锁钩止动摇臂先打开, 上位锁锁钩止动摇臂随即打开, 摇臂完全脱离终点电门(红灯亮)。而后, 护板作动筒和起落架收放作动筒先后通油, 先打开护板, 接着放下主起落架直到锁住(绿灯亮)。因此, 若出现红灯灭而绿灯不亮时, 说明上位锁锁钩止动摇臂完全脱离上位锁终点电门, 但起落架未处于放下极限位置, 飞行员感到有侧滑, 表示仅一侧放下主起落架。

### 3. 检查与分析

1988年9月2日收到

通过空测及地面观察，在地面检查发现护板锁销位置不对（见图1）。测量发现销子到护板转轴的距离偏小，也就是当护板处于收上位置时，销子在护板锁钩中的“进入量”增大，造成护板锁钩打不开，虽然起落架已从上位锁锁钩放下，但支柱被护板上部边缘托住，从而表现形式是主起落架未放下。

现从护板锁钩开锁时受力情况分析锁钩打不开原因。图2是在开锁摇臂打开后护板锁钩的受力简图。

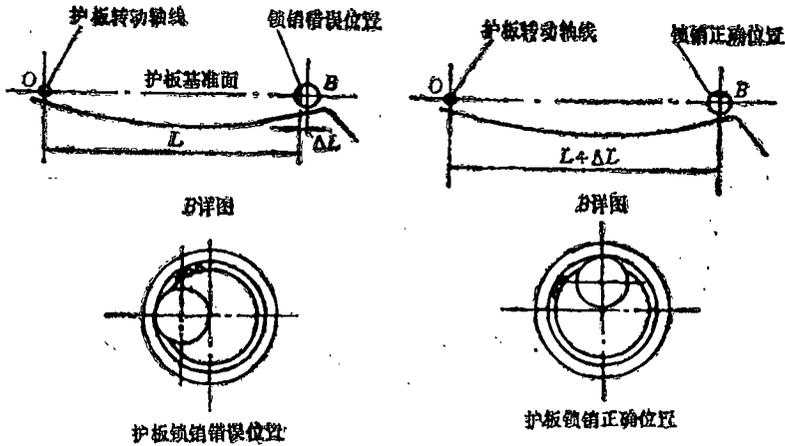


图 1 护板锁销在护板上的位置

从图2中我们可以看出，护板上的锁销B作用在锁钩上的力为P，它由护板作动筒的推力、气动力及护板重力引起，产生锁钩开锁力矩。锁销B作用在锁钩上的摩擦力为F，它产生使锁钩闭锁的力矩。锁钩转轴处的扭力弹簧产生一个较小的开锁力矩 $M_T$ 。当开锁摇臂打开后，锁钩转轴总开锁力矩 $M_K$ 。

$$M_K = M_T + PC - FD \quad (1)$$

若 $M_K > 0$ ，则锁钩转动开锁； $M_K = 0$ ，则为临界状态； $M_K < 0$ ，则锁钩不转动。

设锁钩与锁销间的摩擦系数为f，则(1)式可写为

$$M_K = M_T + PC - Pfd \quad (2)$$

由于阻力弹簧的主要作用是保持开锁状态锁钩位置稳定，扭矩 $M_T$ 值很小，为分析方便，此处忽略不计，(2)式可写成

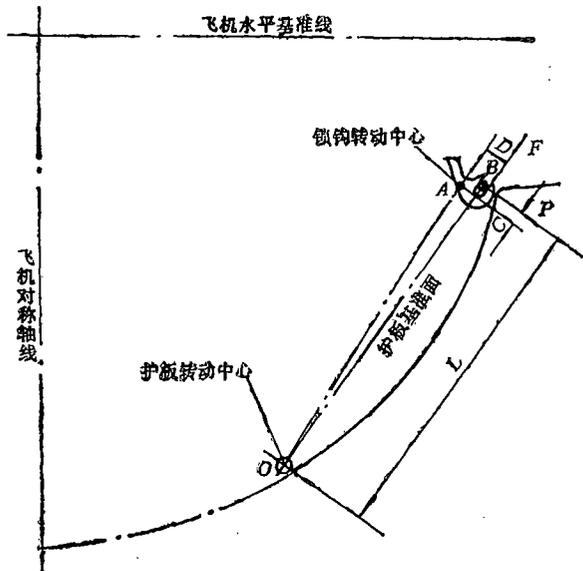


图 2 护板锁钩受力简图

$$M_K = PC - PfD$$

即

$$M_K = P \cdot D(C/D - f) \quad (3)$$

由(3)式可得出结论:

- (1) 若  $f < C/D$ , 则  $M_K > 0$  锁钩能转动;
- (2) 若  $f = C/D$  则  $M_K = 0$  锁钩处于临界状态;
- (3) 若  $f > C/D$  则  $M_K < 0$  锁钩不能转动。

由上述可见, 能否开锁与载荷大小无关, 主要取决于  $f$ 、 $C$ 、 $D$  三者之间关系。前面提到的锁销“进入量”大, 即是图2中  $C$  减小,  $C/D < f$  时, (不计扭力弹簧) 锁钩就不能转动了, 护板打不开, 起落架自然也放不下来。

摩擦系数  $f$  的大小直接影响能否开锁,  $f$  越大, 锁钩越不易转动。由前所述, 当飞行员第一次将手柄从中立位置推到放下位置时, 起落架未放下, 又将手柄推至收上位置, 这时锁销  $B$  抬至锁钩钩槽上部, 由于锁钩钩槽宽度大于锁销  $B$  的直径, 锁销下部离开锁钩钩槽底部。当手柄从收上位置直接推到放下位置时, 锁销掉下来接触钩槽底部时, 显然摩擦系数  $f$  比静摩擦时小, 此时护板锁钩就能转动, 护板打开, 起落架放下。

锁销位置及摩擦力对开锁的影响, 可以通过实验来验证, 当“进入量”增大到一定值时, 无论加多大载荷, 锁销都不转动, 因摩擦系数一定, 销子作用在锁钩上的外载荷到锁钩转动中心力臂越小, 开锁就越困难。

#### 4. 故障的排除

故障原因找到后, 排除是容易的。由于护板锁销通过花键与护板连接, 因此只要将锁销拔出旋转一个角度再插入护板上的底座内, 就可使锁销到护板转动轴线的距离增大一个  $\Delta L$  (见图1), 从而增大了开锁力矩  $M_K$ , 护板顺利打开, 空中放不下主起落架的故障彻底排除了。

原理、计算、排除都很简单, 但未被人们认识到之前确实花了不少时间和精力, 这也提醒了设计、生产、使用部门, 对一些细小问题也不能忽视, 否则将影响飞机出勤率及安全。



#### “第五届跨音速流学术讨论会”征文

中国航空学会、中国宇航学会、中国空气动力学研究会联合拟于1990年第三季度召开第五届跨音速学术讨论会。征文内容如下: (1) 跨音速流理论, 数值计算和实验技术的综述性论文(含内流); (2) 跨音速流理论, 数值计算, 计算方法的研究和应用软件(含内流); (3) 跨音速实验技术和实验方法的研究(含内流); (4) 跨音速流理论的新概念、新思想、新方法。

投稿者请将论文或详细摘要(1000字)于1990年5月31日前寄往: 北京航空航天大学流体所欧阳万收(邮政编码: 100083)。请留好底稿。其他有关事项将另行通知。

(李铁柏)