

# 货运系统常用锁机构典型故障研究

冉钧<sup>1</sup> 王雷<sup>2</sup> 李杰<sup>1</sup>

(1 航空工业庆安集团有限公司 陕西 西安 710077; 2 空装驻西安地区第五军事代表室 陕西 西安 710077)

**摘要:** 锁机构是大型飞机货运系统中的典型限动部件, 其安装在侧导轨内, 对符合飞机相应接口的集装箱 / 货台在货舱及货桥上沿航向进行后向限动, 限制货盘 / 货台沿航向方向运动。本研究从故障现象入手制定故障树, 根据故障树确定排查方案, 逐一分析逐条排除, 最终确定了造成锁机构无反馈信号的主要原因。

**关键词:** 货运系统; 锁机构; 故障

## 1 产品结构、原理及故障概述

### 1.1 产品结构、原理

脱开锁是一种货运系统中典型的用于对货物进行后向限动的锁机构, 用于锁定或释放系留带, 具有手动上锁、电动解锁和手动解锁备份功能, 同时可通过微动开关状态变化向上级系统反馈产品的上锁和解锁状态信号。

脱开锁在上锁状态下, 由滚轴限位, 脱开转臂、锁定连杆和锁定转臂相对微动开关的位置如图 1 左所示。脱开锁通电后, 由于解除了滚轴对锁定连杆的限位, 在拉簧作用下使锁定转臂绕锁定转臂轴逆时针旋转, 然后带动锁定连杆和

脱开转臂一并运动, 当脱开转臂下端与壳体右侧内腔表面接触后, 脱开转臂到达极限位置, 同时微动开关在锁定连杆作用下触发, 反馈解锁状态信号。如图 1 右所示。

**1.2 故障概述**

产品在接到 28V 直流电压、空载条件下解锁指令后能正常解锁, 但未反馈解锁信号, 试验台一直处于计时状态, 无法测量解锁时间。

## 2 故障树分析

### 2.1 产品故障树

以“脱开锁通电无法反馈解锁状态信号”为顶事件, 根据脱开锁的工作原理, 对可能导致其无法反馈解锁信号的原因进行故障树分析, 故障树详见图 2。

### 2.2 排查方案

根据故障树分析结果, 逐项进行故障排查, 结果详见下表。

根据试验现场使用环境及产品故障现象, 结合上述故障树分析, 对故障树底事件进行逐条分析排查。

### 2.2.1 微动开关压片变形排查

微动开关压片安装如图 2 上 - 左所示, 其通过螺钉固定于微动开关和微动开关安装架之间, 并最终通过螺钉固定于脱开锁壳体内腔, 微动开关压片的位置可通过微动开关安装架长圆孔进行调整。微动开关是外购成件, 为单刀双掷型开关, 其接线关系如图 2 上 - 右所示, 通过切换信号电路的通断, 实现解锁信号反馈功能, 微动开关常态下(脱开锁上锁)

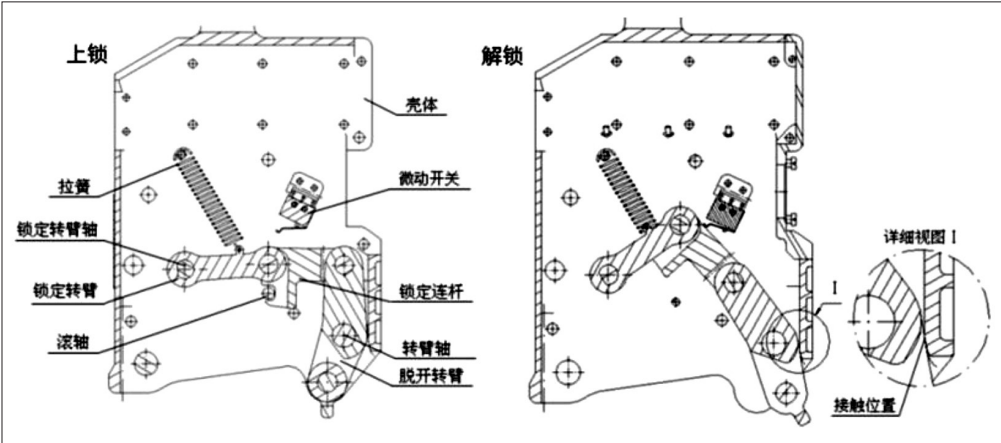


图 1 上锁、解锁状态脱开锁脱开转臂示意图

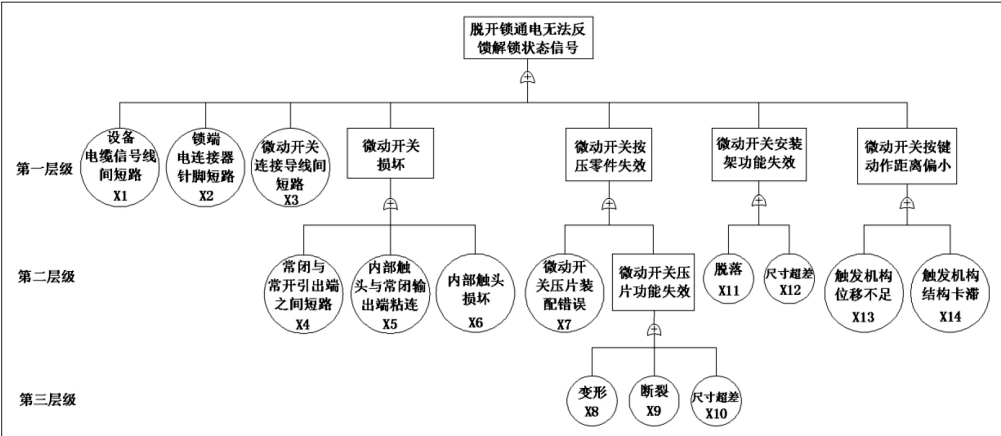


图 2 故障树

表 故障定位排查情况

| 序号  | 故障原因               | 排查内容                                                       | 排查结果               | 结论 |
|-----|--------------------|------------------------------------------------------------|--------------------|----|
| X1  | 设备 HS-666 电缆信号线间短路 | 用三用表测量设备 HS-666 电缆电连接器中信号线连接针脚间的导通性                        | 已测试，绝缘             | 排除 |
| X2  | 锁端电连接器针脚短路         | 检查脱开锁锁端电连接器针脚 C 和 D 之间是否存在短路，用三用表测量脱开锁锁端电连接器针脚 C 和 D 间的导通性 | 已测试，绝缘             | 排除 |
| X3  | 微动开关连接导线间短路        | 用三用表测量微动开关连接导线间的导通性                                        | 已测试，绝缘             | 排除 |
| X4  | 微动开关常闭与常开引出端之间短路   | 用三用表测量微动开关常闭与常开引出端间的导通性                                    | 已测试，绝缘             | 排除 |
| X5  | 微动开关内部触头与常闭输出端粘连   | 按下微动开关按键后测量输入端与常开引出端间的导通性，若不导通，则打开微动开关检查内部触头是否与常闭输出端粘连     | 已测试，无粘连            | 排除 |
| X6  | 微动开关内部触头损坏         | 手动按压微动开关按钮，用三用表测量微动开关输入端与常开引出端间的导通性                        | 已测试，导通             | 排除 |
| X7  | 微动开关压片装配错误         | 复查微动开关压片装配记录，是否满足图样要求                                      | 已复查，符合             | 排除 |
| X8  | 微动开关压片变形           | 目视及计量检查微动开关压片是否变形                                          | 经检查有变形，详见第 3.2.1 条 | 定位 |
| X9  | 微动开关压片断裂           | 目视检查微动开关压片是否断裂                                             | 无断裂                | 排除 |
| X10 | 尺寸超差               | 检查微动开关压片，以及触发微动开关相关零件的尺寸检验记录                               | 经检验，无超差            | 排除 |

表（续） 故障定位排查情况

| 序号  | 故障原因        | 排查内容                                   | 排查结果            | 结论                              |
|-----|-------------|----------------------------------------|-----------------|---------------------------------|
| X11 | 微动开关安装架脱落   | 目视检查微动开关安装架是否脱落                        | 无脱落             | 排除                              |
| X12 | 微动开关安装架尺寸超差 | 检查微动开关安装架检验记录                          | 经检验，无超差         | 排除                              |
| X13 | 触发机构位移不足    | 分析计算脱开锁在解锁过程中，微动开关按键动作距离是否满足微动开关动作行程要求 | 满足要求，分析详见 3.2.2 | 排除                              |
| X14 | 触发机构机构卡滞    | 目视检查解锁过程中脱开锁转臂与壳体连接处是否卡滞               | 已测试，无卡滞         | 解锁后出现无法自动旋转到位，但该情况对解锁信号反馈无影响，排除 |
|     |             | 目视检查锁定转臂、脱开锁转臂、锁定连杆三者之间连接处是否卡滞         | 无卡滞，运动灵活        | 排除                              |

为闭合状态，脱开锁解锁后处于断开状态。

产品图样中要求通过螺钉调整微动开关压片位置，确保脱开锁处于解锁状态时，微动开关应动作。

故障件配套微动开关压片如图 3 上 - 左所示，经目视检查，其侧壁部位及和微动开关按键接触区域有轻微变形。对其相关尺寸进行计量，并结合交收检验计量结果，该压片多处出现变形现象。

2.2.2 触发机构位移不足排查

根据脱开锁上锁 / 解锁原理，分别对微动开关两种极限安装位置时，脱开锁转臂转动角度  $\theta$  与微动开关压片按键处动作距离  $L$  之间的关系进行分析，转动角度  $\theta$  与动作距离  $L$  如图 4 下所示。

根据微动开关详细规范，按键有效触发的动作行程  $\geq 0.5\text{mm}$ ，按键最大动作行程  $\geq 0.8\text{mm}$ 。此处分析转动角度  $\theta$  与动作距离  $L$  关系时，假设微动开关按键可完全按动至微动开关内部。脱开锁从上锁状态到解锁状态过程中，转动角度  $\theta$  从  $0^\circ$  逐渐增大至

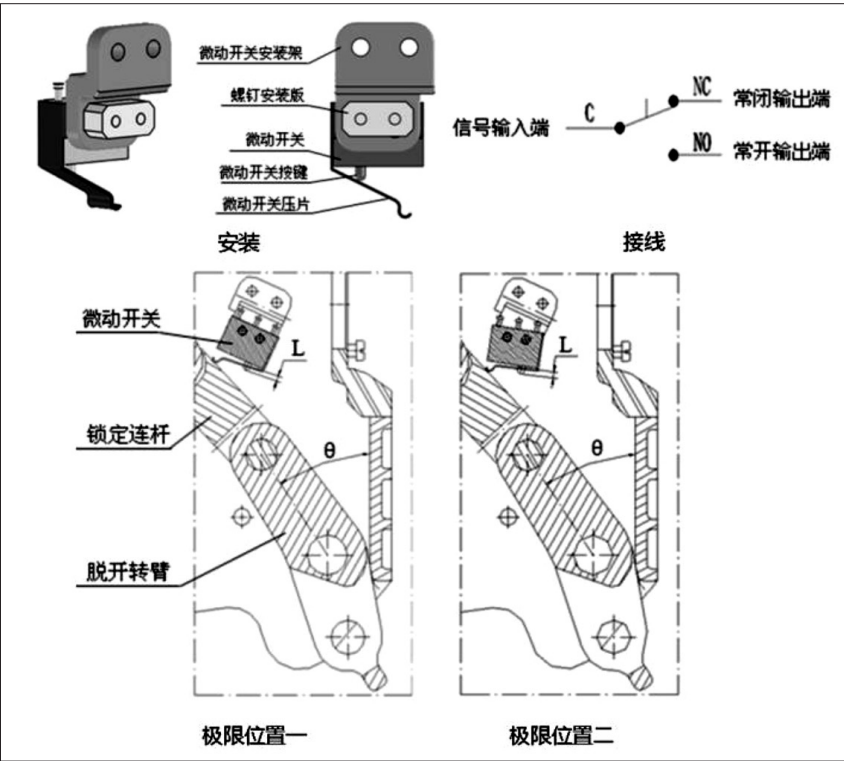


图 3 微动开关安装、接线及极限位置示意图

（下转第 38 页）

必须在后轮前放轮档；最后，车辆驶离保障位置前，保障人员必须环车一周进行检查，确定导管、软管、导线等从飞机上拔出并放置妥当后，方可出位。

4 结语

严寒条件下航空装备保障工作与常温环境下开展相关工作有着明显的差异，首先是严寒条件下四站装备对保温防护和启动预热的要求更高、更突出；其次是个别装备部附件受保障环境温度影响较大，严寒条件下性能不稳、故障率高，需采取充分的预防或预置措施；最后在严寒条件下，保障人员外场作业条件恶劣，需全面考虑防雾、防寒、通信等保障细节。

参考文献：

[1] 王灵芝,孙明礼,王文秀. 浅谈信息化条件下的航空装备技术保障 [C]. 中国航空学会,2012.

[2] 王宏伟,刘东宇. 严寒条件下歼八 D 飞机的维护特点 [J]. 空军装备,2003.

[3] 顾建文. 信息化条件下航空装备保障模式变革 [C]. 中国航空学会装备维修保障信息化研讨会,2012.

[4] 赵经成,祝华远,王文秀. 航空装备技术保障运筹分析 [M]. 国防工业出版社,2010.

[5] 苏畅,张恒喜. 航空装备保障系统效能评估 [J]. 空军工程大学学报 (自然科学版),2006,7(1).

(上接第 35 页)

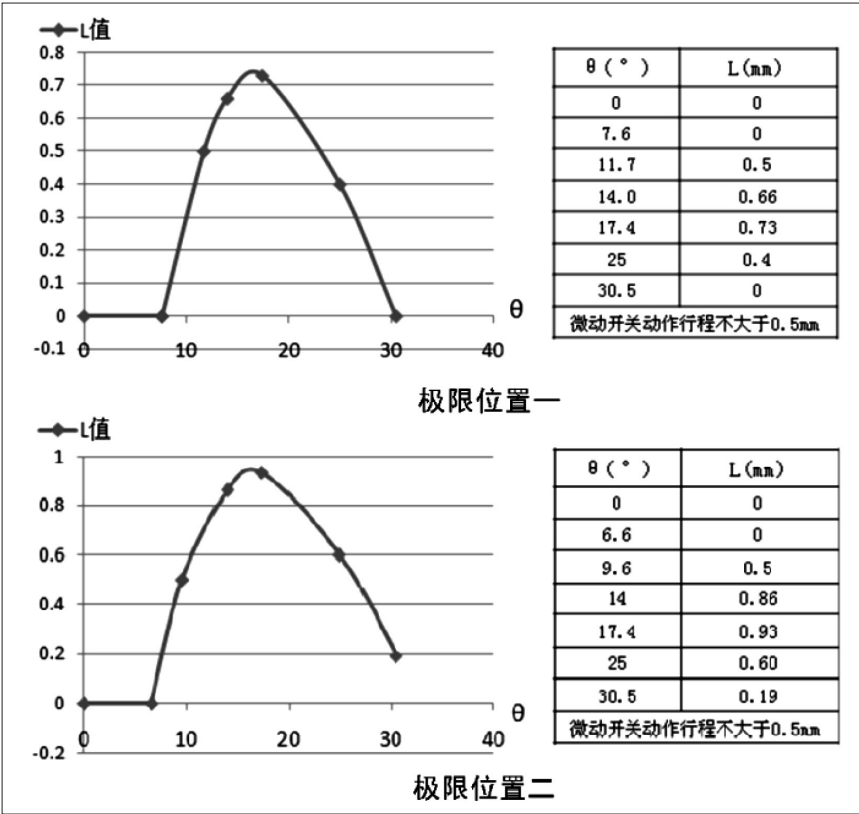


图 4 微动开关压片在按键处的动作范围

30.5° 左右，充分考虑零件尺寸公差后，经分析计算，转动角度  $\theta$  与微动开关按键动作距离 L 的关系曲线如图 3 所示。

由图中数据可知，在解锁过程中，微动开关按键动作距离先增大后减小，且当零件尺寸公差累积到一定程度时，存在解锁时微动开关动作距离  $L < 0.5$ ，无法触发微动开关的情况。导致该问题的原因为触发微动开关压片的锁定连杆

运动轨迹复杂，使开关压片存在回弹现象。

由于微动开关安装角度可调整，脱开锁按图样要求正常装配后，通过调试微动开关，可保障产品信号反馈功能，且故障件在装配调试检验时有反馈信号，因此可排除该原因导致产品无反馈信号。

3 故障定位

根据故障树分析和排查结果，可以确定脱开锁无法反馈解锁状态信号的故障原因为微动开关压片变形。

4 结语

脱开锁在使用中出现无法反馈解锁信号问题，主要原因为：微动开关压片变形和触发零件运动轨迹复杂，易出现回弹现象，导致无法触发微动开关反馈解锁信号。该问题在准确定位故障部位及原因分析后，制定的措施，经全寿命周期试验验证有效，故障消失。

参考文献：

[1] 贾涛,南盟,朱鹏飞等. 民用运输机集装货物装载技术综述 [J]. 航空科学技术, 2018(5),1-7.

[2] 王哲,李宁. 飞机货运系统及设备的设计和试验要求研究 [J], 航空标准化与质量, 2017(1),19-23.

[3] 夏天. A330 飞机货舱装载系统常见故障浅析 [J]. 军民两用技术及产品, 2016(8),31-32.

作者简介：冉钧（1985.04-），男，汉族，陕西富平人，高级工程师，硕士研究生，研究方向：机械产品失效分析，故障诊断。