

某型飞机“直流发电机不复位”故障分析

Fault Analysis on “DC Generator Unable to Reset” for a Certain Type of Aircraft

勾银 张新珂 江伟华 / 石家庄海山实业发展总公司

摘要: 针对某型飞机“直流发电机不复位”故障,从飞参数据、系统原理着手进行分析,制定措施排除故障,为后续同类故障的排除提供参考。

关键词: 直流发电机; 直流互感器; 故障分析

Keywords: DC generator; DC transformer; fault analysis

1 故障描述

某型飞机发动机试车时进行直流电源系统检查工作。先断开座舱“直流发电机”开关,再拔出交流中心配电箱上“变压整流器”断路器,接通“直流发电机”开关,直流发电机告警灯不熄灭,测量直流发电机无 28V 电压输出,直流发电机无法复位。正常情况下直流发电机和变压整流器并无恢复先后顺序要求,直流发电机发电成功后告警灯应熄灭。随后进行如下试验。

试验 1: 恢复所有开关及断路器,单独断开“直流发电机”开关,5s 后再恢复“直流发电机”开关,直流发电机恢复成功,直流发电机告警灯熄灭,多次重复均能恢复。

试验 2: 断开“直流发电机”开关,拔出“变压整流器”断路器,先恢复“变压整流器”断路器后再恢复“直流发电机”开关,直流发电机复位成功,直流发电机告警灯熄灭,多次重复均能恢复。

试验 3: 断开“直流发电机”开关,拔出“变压整流器”断路器,先恢复“直流发电机”开关,多次重复试验,故障持续复现。

2 故障初步分析

2.1 直流电源系统工作机理

座舱接通“直流发电机”开关,直流发电机控制器向直流发电机提供激励

电流,起动发动机时直流发电机开始建压。两个直流互感器参与直流发电机的馈线保护,当发动机 N2 转速到达规定值且直流发电机电压达到 (25 ± 0.5) V 左右时,直流发电机控制器控制直流主接触器吸合,直流发电机电压经一对触点向直流汇流条 1 挂载设备供电,直流主接触器另一对触点输出地信号控制告警灯盒上直流发电机告警灯熄灭。原理如图 1 所示。

变压整流器连接主交流汇流条,将 115V 交流电压转换为 28V 直流电压,向直流汇流条 3 供电。

相关直流汇流条配电情况如图 2 所示。当直流发电机正常工作时,直流发电机电压通过直流主接触器向直流汇流条 1 供电,再经接触器 1 向直流汇流条

2 供电,此时接触器 2 断开;当直流发电机不工作而变压整流器工作正常时,变压整流器电压通过直流汇流条 3 经接触器 2 向直流汇流条 2 供电,此时接触器 1 断开。

2.2 故障现象认定

故障发生时测量直流发电机接线柱无电压,确认直流发电机无电压输出。

故障发生后查看飞参(见图 3),发现在恢复变压整流器前恢复“直流发电机”开关时,直流汇流条 1 电压存在 0 ~ 1.53V 的跳变,时长 400ms,说明直流主接触器存在短时切换动作。同时,刹车压力也有跳变现象。刹车电源正常情况由直流汇流条 2 供电,其余情况由蓄电池供电,接触器 1、接触器 2 动作切换时刹车电源掉电,2 ~ 3s 后复位。

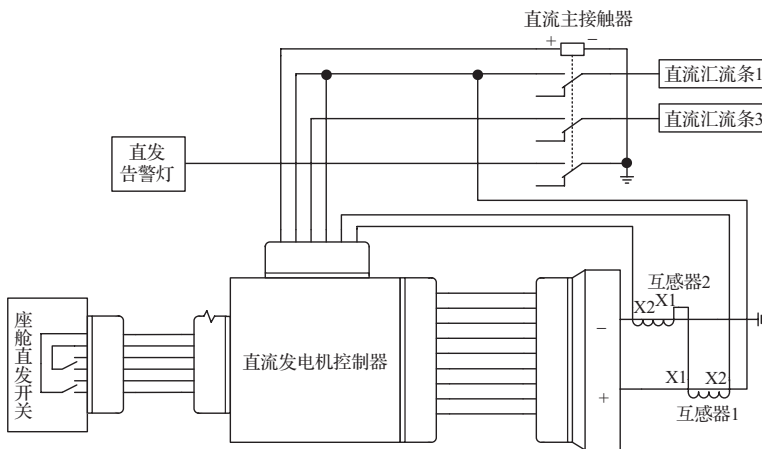


图1 直流电源系统原理图

相关接触器短时切换动作,说明直流发电机存在短暂复位成功后被迅速切断现象。

3 排故方案及排故过程

3.1 故障树

针对直流发电机复位不成功故障,列出故障树(见图4)。造成该故障现象的原因较多,按照由易至难的方向逐一展开。

3.2 排故过程

1) 线路故障

直流电源系统线路若存在短路,将导致直流发电机控制器保护功能启动,直流发电机停止发电。

对直流发电机供电线路、直流主接触器工作线路、直流发电机控制器工作线路、直流互感器工作线路进行导通性和绝缘性检查,无异常,排除线路故障。

2) 电源操纵控制盒故障

若电源操纵控制盒存在故障,“直流发电机”开关到直流发电机控制器的信号可能异常,导致直流发电机控制器控制直流发电机停止发电。

拆下电源操纵控制盒,返回车间检查无异常,排除电源操纵控制盒故障。

3) 直流发电机控制器故障

若直流发电机控制器存在故障,将造成直流发电系统误保护,使直流发电机停止发电。

串换同机型直流发电机控制器后进行试车验证,故障复现,排除直流发电机控制器故障。

4) 直流互感器故障

若直流互感器故障,可能导致直流发电机馈线故障保护,使直流发电机停止发电。

将直流互感器1的X2端与直流互感器2的X2端短接,即检查屏蔽馈线故障保护功能,试车验证,故障消失。由于直流互感器2安装位置空间狭小,不便开展工作,故先串换同机型新品直流互感器1,串换后试车,故障现象消失,多次重复均未复现。将原机直流互

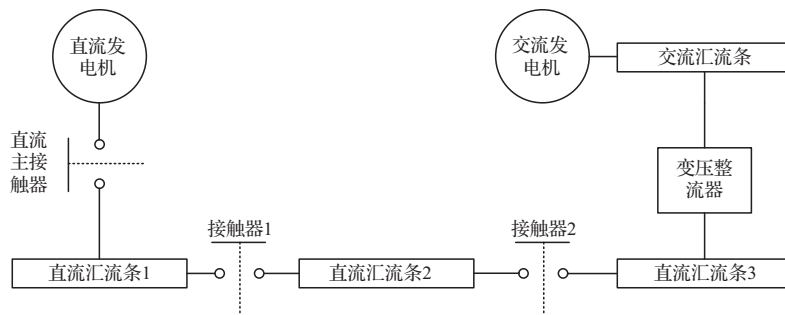


图2 相关直流汇流条配电情况

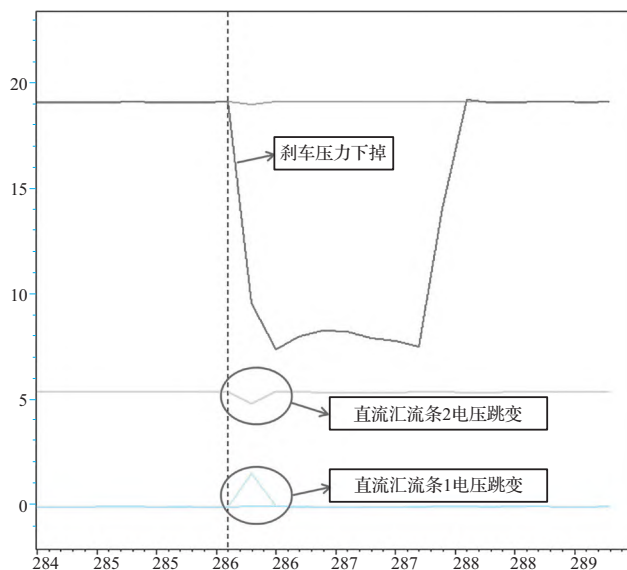


图3 飞参故障曲线

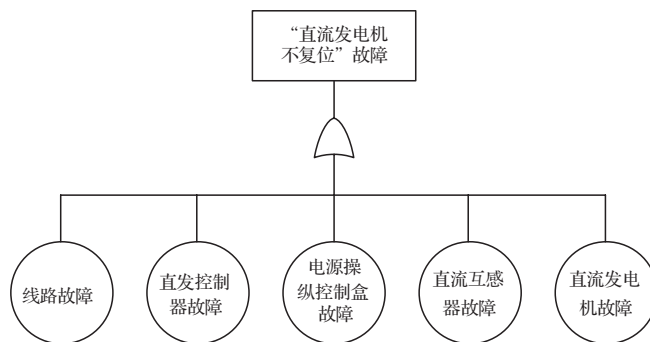


图4 故障树

感器1串换至其他飞机试车,故障复现,确认直流互感器1故障。

4 故障原因分析

4.1 故障原因

最终故障定位于直流互感器1,该

型飞机直流电源系统中的两个直流互感器用于检测直流主接触器前至直流发电机端之间的馈线故障,主要原理是感应一个差动电流,无馈线故障时差动电流流向直流发电机控制器中的差动保护电路。

分析认为当断开“直流发电机”开

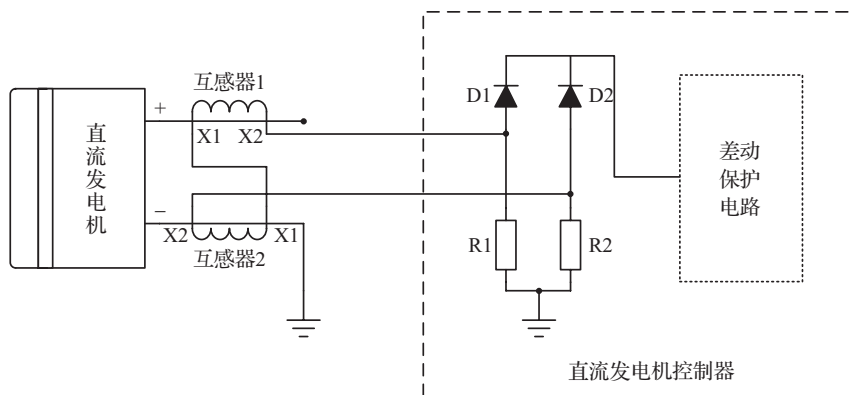
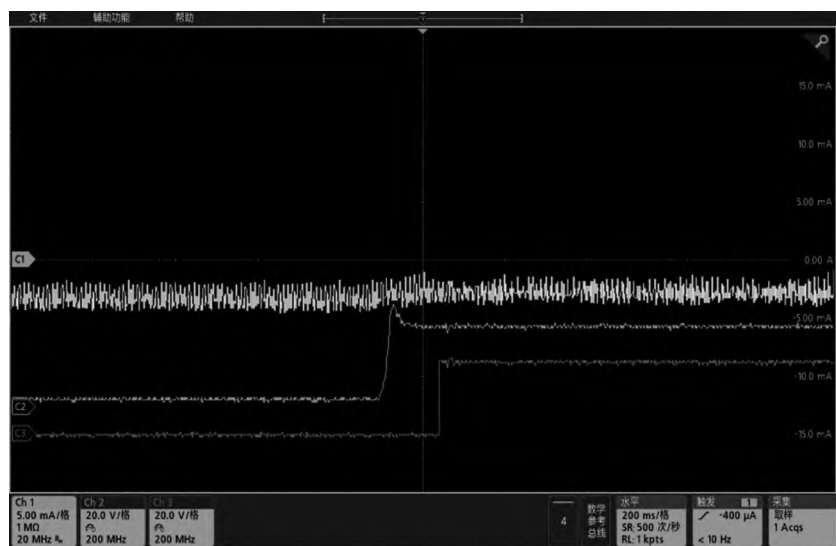
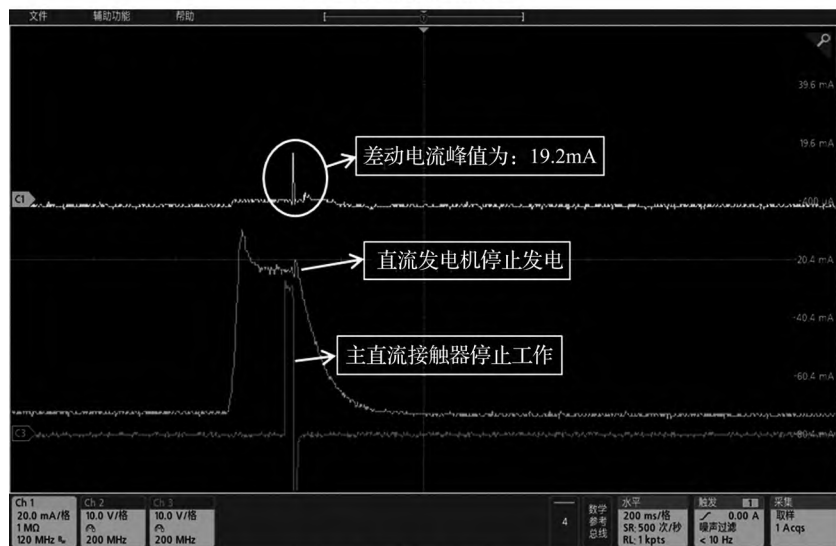


图5 馈线保护原理图



a) 直流互感器1无故障



b) 直流互感器1故障

图6 试车时测量参数

关,拔出“变压整流器”断路器,先恢复“直流发电机”开关时,某些由直流汇流条1和直流汇流条3共同供电的负载全部挂载在了直流汇流条1上。由于直流互感器1故障,导致差动电流超出限定值,直流发电机保护停机,符合第1节试验3的故障复现情况。而试验1和试验2故障未复现是因为直流发电机恢复时,直流汇流条1挂载负载没有达到触发直流互感器1故障的程度。

4.2 故障机理

当直流发电机有馈线故障,差动电流大于6.67mA时,差动电流从互感器1的X2端或互感器2的X2端流入直流发电机控制器,通过电阻R1或R2转换为电压,从而触发差动保护电路,控制直流发电机停止工作。馈线保护原理如图5所示。

图6所示为试车时使用示波器测量的相关参数,通道CH1为互感器1的X2端流向直流发电机控制器的电流值,通道CH2为直流发电机“+”端电压值,通道CH3为直流主接触器控制端电压值。图6a)为直流互感器1无故障,测得差动电流值较小,最大值为4.2mA,无保护现象,直流发电机工作正常;图6b)为直流互感器1故障,测得差动电流尖峰峰值为19.2mA,大于6.67mA的限定值,触发馈线保护,可以看到直流主接触器控制端迅速断电,直流发电机停止发电。

5 总结

通过本次故障分析,在以后遇到同类故障时,应优先考虑直流互感器故障,可通过屏蔽互感器保护功能进行验证。后续电源系统排查时应做到:

- 1) 首先排除线路故障,再考虑机上产品故障。
- 2) 定位机上产品故障前应细致分析故障现象,缩小排查工作范围。