空客A320飞机风挡雨刷系统故障分析

孔荣辉 吴普杰
深圳航空有限责任公司广州分公司广州维修中心，中国·广东 广州 510000

摘要：本文从系统电路原理入手，分析了有无间歇位两种构型的工作电路、控制电路及高低速控制逻辑，阐释了 PARK 开关在电路中的关键作用，以及间歇位时间歇开关与下延时继电器协同工作的 5 秒延时循环机制。在此基础上，将雨刷故障归纳为雨刷马达、选择电门和计时器三个故障源并给出测量隔离方法，补充机械检查要点及 MEL 快速保留处置条件，可为航线排故提高准确性与效率提供参考。

关键词：风挡雨刷；电路原理；故障排查；MEL 保留放行

Fault Analysis of Airbus A320 Windshield Wiper System

Kong Ronghui, Wu Pujie
Shenzhen Airlines Co., Ltd. Guangzhou Branch Guangzhou Maintenance Center, China Guangdong Guangzhou 510000

Abstract: Proceeding from the system circuit principles, this paper analyzes the power circuits, control circuits, and high/low-speed control logic of the two configurations, i.e., with and without the intermittent (INTMT) position. It elaborates on the critical function of the park switch in the circuit, as well as the 5-second delay cycling mechanism achieved by the coordinated operation of the motor switch and the off-delay relay in INTMT mode. On this basis, wiper faults are grouped into three fault sources—the wiper motor, the selector switch, and the timer—with measurement-based isolation methods provided accordingly. Mechanical inspection points and the rapid MEL deferral criteria are also supplemented. The results may serve as a reference for improving the accuracy and efficiency of line maintenance troubleshooting.

Keywords: Windshield wiper; Circuit principle; Fault isolation; MEL defer

0 引言

空客 A320 系列飞机的雨刷系统属于 ATA 30 风挡排雨防护体系，主要功用是在滑行、起飞、进近、着陆等低空飞行阶段清除驾驶舱左右前风挡表面的雨水，消除水膜与水珠造成的光学畸变，分别为机长和副驾驶维持清晰的外部目视视界[1]，大雨时与排雨剂系统[2]协同工作；整套系统由两套完全独立、互不交联的子系统构成，每一子系统包括顶板上的旋转控制开关、28 V 直流供电的永磁双速电机 - 转换器一体化组件、刚性雨刷臂以及可单独更换的雨刷片。其中根据旋转控制开关可两种构型，无间歇位构型和有间歇位构型。空客雨刷系统涉及部件非常少，但是线路原理较为复杂，不仔细研究线路原理，会导致错误换件或多换件，造成重复故障或增加维修成本。本提示从系统原理出发，分析并总结常见的雨刷系统故障，提高排故准确性及可靠性。

1 原理分析

1.1 系统组成

空客雨刷系统有两种构型，构型一主要由选择面板和马达转换器组成，构型二在构型一的基础上多了计时器。马达转换器由马达和转换器形成一个单一的组件，马达具有一个用来保护系统的机械部件和电气部件的过热保护装置，转换器将马达的旋转动作转变为雨刷臂的摆动动作，即来回摆动。

1.2 构型一电路分析

构型一的电路可分为三部分，分别是工作电路，工作控制电路，高低速控制电路。工作电路的功用是向马达提供 28V 直流电，工作控制电路的功用是通过继电器的吸合控制工作电路的通断，高低速控制电路的功用是通过继电器的吸合控制 28V 直流电流向马达的低速或高速触点，低速触点常闭合（如图 1 所示）。

ISSN：3060-9461(Print)；3060-9453(Online)

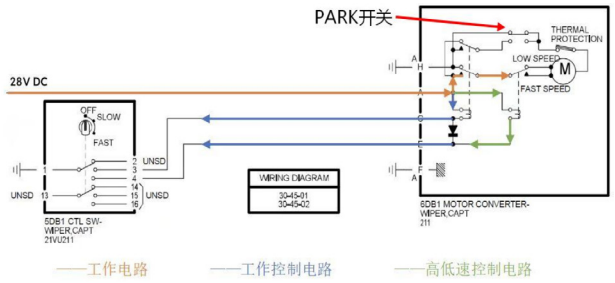


图 1 构型一的 SLOW/FAST 电路走向

构型一的 OFF 电路，可分为两部分，分别是工作电路和接地电路。工作电路的功用是提供 28V 直流电到马达的另一电极，促使马达发生反方向运动，雨刷回到底部位置。接地电路使马达接地，形成闭合环路。当雨刷未处于 PARK 位，则 PARK 开关的下触点闭合，当雨刷到达 PARK 位时，PARK 开关下触点断开，上触点闭合，工作电路断开，马达于 PARK 位停止工作。

因此，PARK 开关在雨刷系统中起到重要作用，若它接触电阻增大、作动机构磨损时，会导致选择电门在 OFF 位时，雨刷无法停止工作或者回不到 PARK 位置。

1.3 构型二正常功能电路分析

构型二的工作电路，工作控制电路，高低速控制电路与构型一相似，接地电路通过计时器常接地（如图 2 所示）。

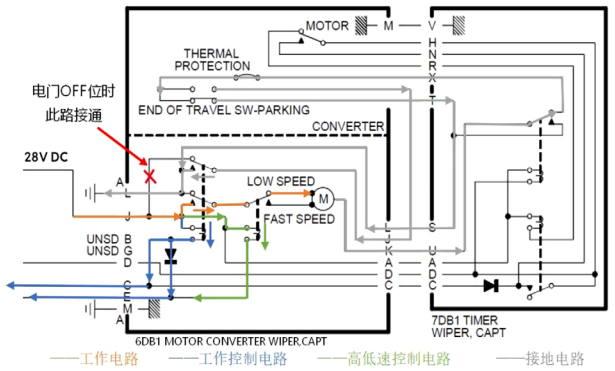


图 2 构型二 SLOW/FAST 电路走向

构型二的 OFF 工作电路功用与构型一相同，给马达的反方向提供 28V 直流电。如果雨刷不在最底部的 PARK 位时，PARK 开关上触点（NOT END 位）闭合，工作电路接通，马达促使雨刷回归到 PARK 位。此时 PARK 开关上触点断开，下触点闭合，工作电路断路，马达停转在 PARK 位。

由此可见，如果 PARK 开关故障、雨刷无法到达 END 位或者雨刷机构由于磨损无法作动电门，电源供应都将持续进行，也就是雨刷电门即使在 OFF 位时，雨刷无法停止。PARK 开关起着重要的作用。

1.4 构型二间歇功能电路分析

雨刷在 PARK 位，雨刷选择电门切到 INTMT 位时，间歇上继电器总是工作，使马达总是接地。间歇开关（MOTOR SW）下闭合，导致下延时继电器未接通，使工作控制电路通电，马达工作（如图 3 所示）。

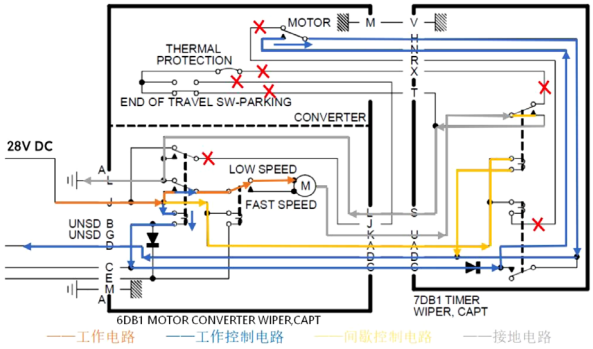


图 3 构型二 INTMT 接入瞬间

雨刷转动后，间歇开关上闭合，下触点断开致使工作控制电路断路，从而工作电路断路，马达不工作。下延时继电器通电，但下延时继电器 5 秒后才闭合（如图 4 所示）。

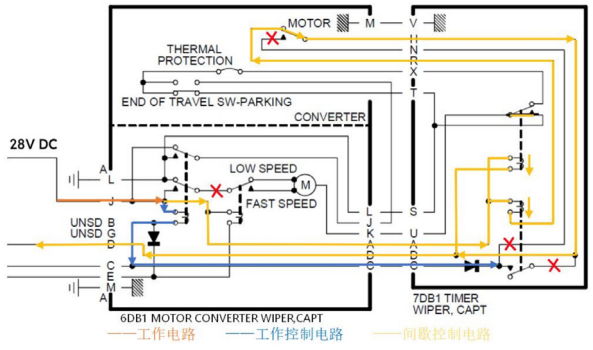


图 4 构型二 INTMT 转动后电路走向

5 秒后，下延时继电器闭合，工作控制电路通电，工作电路闭合，马达工作。马达一转动，间歇开关就下闭合，下延时继电器断开，马达继续工作直到间歇开关再次上闭合，马达又不动了，下延时继电器通电，等 5 秒后下延时继电器闭合，马达再次工作（如图 5 所示）。

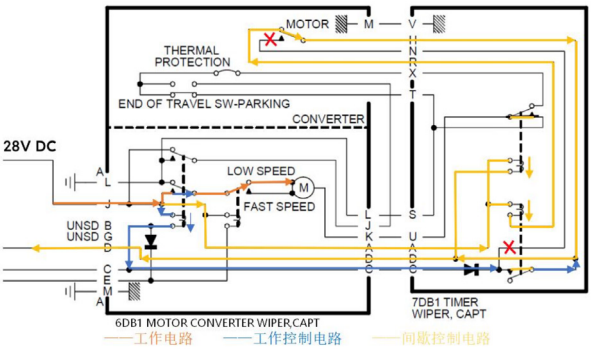


图 5 构型二 INTMT 位下延时继电器闭合

间歇开关在 INTMT 位工作时起着重要作用：当选择电门接触电阻过大时，INTMT 位时雨刷将无法工作；如间歇开关卡在下接通位时，雨刷将以慢速持续工作，没有 5 秒延时；如卡在上接通位时，雨刷电门放至 INTMT 位 5 秒后才开始并无延时持续工作。

2 故障隔离

根据以往排故历史经验来看，一般可分为三个故障源进行故障判断：

（1）雨刷马达故障的可能性占绝大部分，主要故障现象包括雨刷无法工作、OFF 位后无法回位或无法停止工作、雨刷行程过大或过小、只有低速或高速档位、间歇位持续低速工作、雨刷跳开关跳出等；

（2）对于选择电门，可以通过测量选择电门各位置触点接触电阻很容易隔离出来；

（3）对于带有计时器的构型，SLOW/FAST 位时雨刷不工作，可以测量计时器的 S-T、U-X 有无断路隔离计时器，在 INTMT 位时故障，测量下计时器 C-N、D-A 与 R-A（继电器电阻，在几欧姆至几十欧姆内），D-H、C-N（有二极管）是否有连续性，以排除计时器的可能性。

3 机械故障

上文提过，雨刷机构的磨损可能导致 PARK 电门无法切换，雨刷马达无法带动雨刷臂正常工作等故障。对于雨刷机构的检查有以下几点：

（1）在雨刷在 PARKING 位时，可以参考 TASK 30-45-52-400-002-A 检查雨刷片，雨刷臂，止动块是否在正确位置。雨刷片上的橡胶不会磨损过度。

（2）当雨刷在 PARKING 位置时，连接雨刷片和雨刷臂的机构下表面与风挡旁边盖板有一定的距离。

（3）设置“SLOW”位，雨刷摆到风挡中间位置时拔出跳开关，用弹簧计勾住连接机构测量拉力，拉力正常范围为 4.5 +0.1 −0.1daN (10.1 +0.2 −0.2 lbf)，否则需调节预紧力[4]。

4 快速处理

参考某航司关于 30 章风挡雨刷的 MEL，我们可以根据不同情况对雨刷故障进行保留。

（1）根据 MEL30-01-02-02 和 MEL30-01-02-03，雨刷系统 SLOW，INTMT 功能单独故障时，可以快速保留放行飞机。

（2）根据 MEL30-01-02-01，雨刷系统 FAST 功能单独故障时，需要 SLOW 功能正常可保留两个，如目的机场有雨则不可保留两个。

（3）根据 MEL30-45-02A 和 MEL30-45-02B，雨刷系统 PARK 功能单独故障时可保留，只要雨刮停留位置不影响飞行员视线则不需要拆除。如果需要拆除则需按照保留整个雨刮的 MEL 条目来保留。

（4）根据 MEL30-45-01，雨刷系统如果需要保留整套雨刷系统非其中一个功能，需要按需拆除雨刷且要求相应排雨系统可以正常工作。

5 结语

本文从电路原理出发，对空客 A320 飞机风挡雨刷系统有无间歇位的两种构型进行了系统分析，理清了工作电路、控制电路及高低速控制逻辑，明确了 PARK 开关在雨刷停止与回位过程中的关键作用，并揭示了间歇位时雨刷在间歇开关与下延时继电器协同作用下按 5 秒延时循环工作的机制。在此基础上，结合以往排故经验，将雨刷系统常见故障归纳为雨刷马达、选择电门和计时器三个故障源，给出相应的测量隔离方法，补充机械检查要点及 MEL 快速保留处置条件，形成了从原理分析、故障隔离到保留放行的完整排故路径。

参考文献：

[1] 周景锋. 民用飞机风挡雨刷除雨系统设计[J]. 航空科学技术，2016(9):36-39.

[2] 朱永峰，杨秋明，苏雪. 大型运输机防除冰系统设计与试验[J]. 气动研究与实验，2025,3(1):9-15.

[3] 刘斌慧，李革萍，谭正文. 某型客机风挡雨刷系统故障分析[J]. 航空计算技术，2013,43(2):85-86,90.

作者简介：孔荣辉（1993.09-），男，汉族，广东佛山人，本科，助理工程师，研究方向：从事飞机维修研究。