文章类型：论文|刊号（ISSN）：2737-4505(P) / 2737-4513(O)

某例 737NG 飞机发动机火警探测系统故障浅析

张庆晖
北京航空有限责任公司
DOI:10.12238/etd.v6i4.15482

[摘　要] 本文在发动机火警探测系统的一般原理的基础上对某例发动机火警探测系统的排故过程进行了深入分析,总结并优化出一套针对此类故障的实用排故方法。
[关键词] 737NG飞机；防火系统；发动机过热和火警探测系统；P7面板；P8面板
中图分类号：TU892　文献标识码：A

A Brief Analysis of a Fire Detection System Fault in a 737NG Aircraft Engine

Qinghui Zhang
Beijing Airlines

[Abstract] This paper conducts an in-depth analysis of the troubleshooting process of a certain engine fire detection system, and summarizes and optimizes a set of practical troubleshooting methods for such faults.
[Key words] 737NG aircraft; Fire protection system; Engine overheat and fire detection system; P7 panel; P8 panel

引言

本文首先介绍了发动机火警探测系统的一般原理,对某例发动机火警探测系统的排故过程进行了深入分析,总结并优化出一套针对此类故障的实用排故方法。

1 737NG飞机的发动机火警探测系统原理

发动机火警系统主要由发动机/APU火警控制面板P8,主警告遮光板P7,发动机/APU火警探测组件M279,四个位置的发动机火警探测元件风扇上M1757,风扇下M1758,核心机左M1759,核心机右M1760,四根线束A环路风扇MW0315/核心机MW0325,B环路风扇MW0316/核心机MW0326五部分组成,如图1所示。

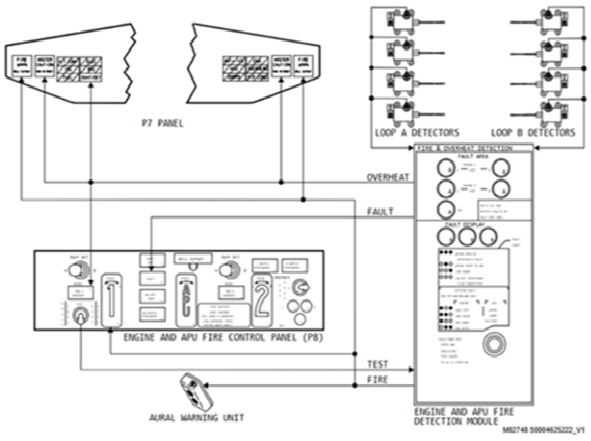

图1　波音737火警探测系统简图

每个环路有四个火警探测元件,每个探测元件包含三个不同的电阻和三个压力电门,分别对应着故障,过热,火警。探测元件内部充满气体,气体压力保持故障压力电门在关闭位,如果探测元件漏气,就会导致元件内压力下降,造成故障压力电门从常闭位到断开位,从而改变探测环路阻值。过热和火警两个压力电门同理,当温度上升到对应值时,内部气体压力上升导致对应压力电门闭合,从而改变探测环路输出的电阻值。M279接收到不同的电阻值后和自身设定电阻值进行比较,从而判断出具体哪个位置出了问题[1]。

2 发动机火警探测系统测试原理

当发动机/APU火警控制面板P8上的OVERHEAT/FIRE和FAULT/INOP双位测试电门置于测试位时,分别可以在驾驶舱指示出真实的过热/火警和故障/失效情况下的视觉和音响警告。

2.1测试电门放在过热/火警位时：P7板主警告灯,火警灯,通告牌OVHT/DET灯,P8火警控制面板上的发动机过热灯,发动机/APU灭火手柄灯都会点亮,并能听到连续警铃响。

2.2测试电门放在故障/失效位时：P7板主警告灯,通告牌OVHT/DET灯,P8火警控制面板上的故障灯和APU DET INOP灯都会点亮。

首先,初步判断系统是否正常及大致的故障源。

当测试发现故障后我们可以通过P8板上A/B环路转换电门转换为单环路,进一步判断故障。

当测试发现故障后,还可以通过发动机/APU火警探测组件M279上故障/失效测试电门按压自检(和P8板故障/失效电门测

试功能和显示相同),通过M279上的故障区域灯和故障灯显示的不同来判断故障具体位置,如图2所示。

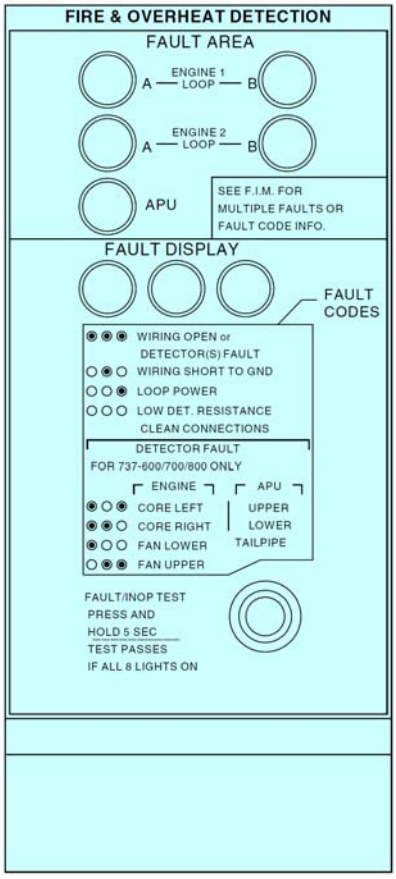

图2 火警探测控制组件面板图

3 737NG飞机的发动机火警探测系统排故实例

作者曾经在工作实际中遇到过某例重复性故障,按时间先后顺序描述如下：

3.1航后火警测试发现二发火警测试不工作,故障现象为火警测试电门放火警/过热位时P8-1面板上2发灭火手柄灯不亮,放故障/失效位测试时P8-1面板故障灯亮。火警单环路测试A环路火警正常,判断B环路故障。电子舱E2-2架的发动机/APU火警探测组件M279上二发B环路故障灯亮,故障区域灯显示为发动机上风扇火警探测器故障。在火警探测组件M279上多次自检测试,此故障现象间歇性出现。按FIM手册测量D998插头PIN12-PIN10和PIN12-PIN2阻值均在正常范围,随后按FIM对串发动机/APU火警探测组件M279,火警测试正常。

3.2航前发动机火警测试故障再现,按MEL26-02-02放行。航后发动机火警探测系统工作正常,对二发B环路系统探测元件,线束以及接线片进行了详细目视检查,未发现异常。为进一步排故,对串上风扇火警探测元件,发动机火警测试正常。

3.3航前发动机火警测试故障再次出现,按MEL26-02-02放行。航后发动机火警探测系统又工作正常。按FIM分别脱开四组探测元件B环路接线片,对探测元件接线端和地测量,阻值均在正常范围。继续对导线束MW0326/MW0316进行电阻检查,脱开插头DP1620和DP1601,短接DP1601内PIN1和PIN2插钉后,测量DP1620内PIN3和PIN4插钉阻值小于3欧姆,分别测量DJ2601内插钉PIN1和PIN2对M1759和M1760元件B/2接线片处电阻测量,阻值小于3欧姆,均在正常范围。恢复所有断开点后,发动机火警测试故障再现,依然显示上风扇探测元件故障。重新对四组探测元件B环路进行阻值测量,发现右核心探测元件M1760阻值变大超标,更换后火警系统工作正常。

总结此故障在排除过程中出现反复的原因有两个方面,一是火警探测组件M279总是指向上风扇火警探测元件故障,从而误导排故方向,造成排故思路上的混乱。二是故障并不在一成不变的失效状态,似乎随着时间,环境的变化而改变。为什么会出现这种现象？要想搞清楚这些问题,我们需要进行深入分析。

4 发动机火警探测系统测试不通过的深入分析

从上述排故实例可知,我们不能完全依赖发动机/APU火警探测组件M279上故障灯给出的指示来判断发生故障的元件。FIM手册也指出这个故障灯指示的故障位置是不完全准确的。是什么造成了这种现象呢？我们从SSM线路图手册可以看出单环路的探测电阻是并联连接在一起的,这里以B环路为例,四个探测元件M1757、M1758、M1759、M1760正常情况下各自阻值分别为5921/3931/3011/2471通过并联电路的电阻计算公式1/R总=1/R1757+1/R1758+1/R1759+1/R1760可以计算出B环路的总电阻为862欧姆。

那么我们根据图3就可以分别计算出各探测元件在正常/故障/过热/火警情况下对应的环路电阻值。图中蓝线为正常情况,各元件电阻值分别为上述数值。黄线为故障情况,探测元件断路,电阻无穷大。橙线为过热情况,四个探测元件的阻值均为115+576=691欧姆。红线为火警情况,四个探测元件阻值均为115欧姆。我们以M1757故障为例,这时对应的M1757电阻值为无穷大1/R1757=0,那么环路总电阻为1/R总=0+1/R1758+1/R1759+1/R1760。以此类推我们可以得到4个探测元件在正常/故障/过热/火警4种情况下的16种数据。

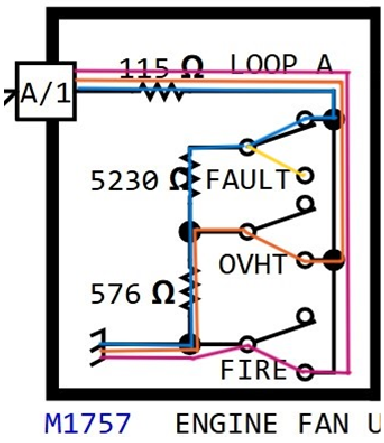

图3 发动机上部火警探测元件工作原理图

根据环路电阻数值,当环路电阻达到1009欧姆时,就会触发M279产生一个M1757上风扇故障指示。当任何一个探测元件性能下降导致内部故障压力电门接触电阻变大超标,直到压力电门脱开导致元件电阻变为无穷大；或者探测环路连接导线断路、接线片松动后接触电阻变大等情况,都会触发故障灯点亮信息。环路电阻从正常到各元件超标也是从862欧姆到1009/1104/1208/1324欧姆逐渐变化的,所以当M1760在电阻逐渐变大到无穷大的过程中经过1009时触发了上风扇M1757故障指示,除了线路突然的断开导致阻值的瞬间变化。这就是我们实际排故中为什么M279故障指示总指向上风扇的原因。

FIM手册中提到M279故障灯代码指向右核心探测元件故障,还有可能是上下风扇探测元件故障,右核心和左核心探测元件连接导线故障,右核心探测元件和M279连接导线故障。每个探测元件的正常阻值是在一个范围内,右核心和左核心探测元件连接导线断路故障和M1760故障导致压力电门开路情况相同。右核心探测元件和M279连接导线断路故障,导致环路电阻突然从正常变成无穷大,从而触发右核心探测元件M1760故障灯亮。所以发动机/APU火警探测组件M279上故障灯对应的故障代码是不可靠的,不能通过故障代码指向进行部件更换,而是要通过元件和线路的测量判断元件或线路故障。

在实际线路测量中,对环路电阻和电路并联阻值的测量是有时间上的要求的。正常情况下感温线内的气体压力保持探测元件内故障压力电门在故障位,随着温度升高,感温线内气体压力升高到对应值后,过热/火警电门闭合后,改变环路电阻值。我们这个故障多发生在航前的原因可能是探测元件自身性能衰退,内部气体压力渗漏,当发动机温度高时,气体压力仍能保持故障压力电门在闭合位,但随着温度的降低,气体压力下降而不能保持压力电门在完全闭合位,触点接触电阻变大,而导致环路电阻值变大后触发故障指示。另外高温和潮湿也会造成导线绝缘性能下降,造成环路阻值变小[2]。

5 737NG飞机的发动机火警探测系统排故总结

首先是环路并联电阻大于正常范围到无穷大触发故障灯指示可能情况和检查方法：

(1)探测元件发生了漏气,造成元件内部故障压力电门脱开,并联环路电阻变大超标。需要脱开探测器和导线连接接线片,对各探测元件进行电阻测量。

(2)探测元件和导线连接接线片虚接或断开后断路。详细目视检查各接线片连接状况。

(3)连接导线自身阻值变大超标或断路。可以拆下M279后从后部环路两个插钉处以及各探测元件连接接线片处分别测量对地电阻,正常情况下阻值相同,阻值不同的两个点间导线存在问题。

其次是环路并联电阻小于正常范围到零触发过热/火警指示的可能情况和检查方法：

(1)探测元件故障造成环路电阻值下降到过热指示阻值范围。需要脱开连接接线片,测量各探测元件阻值。

(2)探测元件和导线连接处的接线片接地。目视检查各接线片。

(3)连接导线束的绝缘性能下降或接地短路。详细目视检查导线束后,脱开连接分段测量。

6 结束语

通过以上分析可知在排除发动机火警故障时,不要按照发动机/APU火警探测组件M279上故障灯对应的故障代码直接盲目换件。我们应在了解工作原理和FIM故障隔离手册每一步测量判断故障后的意图后,在自己的经验总结下快速有效的排除故障[3]。

[参考文献]

[1]Boeing737-600/700/800/900 Fault Isolation Manual,Feb 15/2013.

[2]Boeing737-600/700/800/900 Aircraft Maintenance Manual, Feb 15/2013.

[3]田永堂.飞机发动机火警探测系统设计浅析[J].测控技术,2015,34(7):125-127.

作者简介：

张庆晖(1973--),男,汉族,北京人,本科,工程师,从事民航维修工程和适航工程研究。