

DOI: 10.19416/j.cnki.1674-9804.2018.01.023

商用飞机燃油控制开关及 火警提示灯设计浅析

Analysis of Fuel Control Switches and Fire Warning Lamp Design

姚莉君 银未宏 朱红玉 郎 振 宋志强 /

YAO Lijun YIN Weihong ZHU Hongyu LANG Zhen SONG Zhiqiang

(上海飞机设计研究院, 上海 201210)

(Shanghai Aircraft Design and Research Institute, Shanghai 201210, China)

摘 要:

商用飞机燃油控制开关用来控制进入发动机燃烧室的燃油,是操纵发动机的核心器件。某些型号的燃油控制开关集成有火警提示灯,主要作用是在发动机发生火情时,点亮提示灯直观提醒机组人员利用燃油控制开关进行断油操作。针对目前航线上现役机型及正在研制的商用机型进行分析,对燃油控制开关的外形结构及火警提示灯的设计、功能及逻辑设计进行初步探索。

关键词:燃油控制开关;火警提示灯;发动机

中图分类号:V233.2

文献标识码:A

[Abstract] Fuel controlling switches for the commercial airplane controlled the fuel entering into the firebox of engine, which was the core part of controlling engine. The fuel controlling switches integrated the fire lamp in some airplanes, which reminds the aircrew to shut off the fuel controlling switches when the engine is on fire. This paper analyzes the shape of the fuel controlling switches, and develops the function and the design of the fire lamp of the fuel controlling switches for the designing and servicing airplanes.

[Keywords] fuel controlling switch; fire lamp; engine

0 引言

燃油控制开关是操纵发动机的核心器件,燃油控制开关通常集成在中央操纵台上,主要用于控制发动机燃油供应。燃油控制开关通常集成了火警提示灯,其作用是当发动机着火且燃油控制开关位在开位时提示机组人员进行发动机燃油控制阀切断操作。

1 原理介绍

燃油控制开关是集成了火警提示灯的两档位波动开关,通常有 ON 位和 OFF 位的控制形式,拨动开关到 ON 位打开低压切断阀(Full Authority Digital

Engine Control,简称 FADEC)打开高压切断阀,燃油进入发动机燃烧室,等待 START 开关打开燃油泵和起动机。拨动开关到 OFF 位 FADEC 关闭高压切断阀,切断燃油进入燃烧室,同时关闭燃油计量阀(Fuel Metering Valve,简称 FMV)并切断点火器供电信号,切断低压切断阀。

正常情况下 FADEC 通过继电器上电,当汇流条通电后:

- 1) 燃油控制(FUEL CONTROL)开关在 ON 位;
- 2) 起动点火(START/IGNITION)开关在 START 位;
- 3) 飞机在空中飞行。

FADEC 断点逻辑:

- 1) 飞机在地面;

- 2) 发动机没有运行;
- 3) 燃油控制(FUEL CONTROL)开关在 OFF 位;
- 4) 起动/点火(START/IGNITION)开关在 NORM 位。

以上条件同时满足并超过 10 min,FADEC 自动断电。

燃油控制开关可通过继电器间接控制高低压切断阀,另外可通过防火手柄控制高低压阀,从而实现燃油切断,工作原理如图 1 所示。其中供电信号可控制 4 个继电器,通过这 4 个继电器分别控制低压切断阀、FMV、备份通道控制 FMV 和高压切断阀。

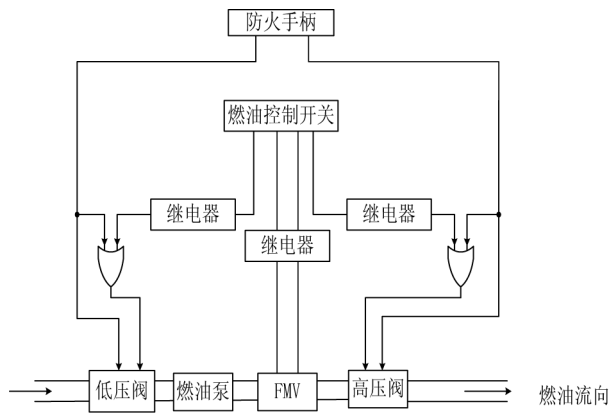


图 1 燃油控制开关控制原理图

1.1 某型国产飞机 I

该型号飞机的燃油控制开关安装在中央操纵台上,用于控制发动机燃油切断,左右发动机各配置一个燃油控制开关,采用 4TL1-3D-Honeywell 型燃油控制开关,结构外形如图 2 所示。

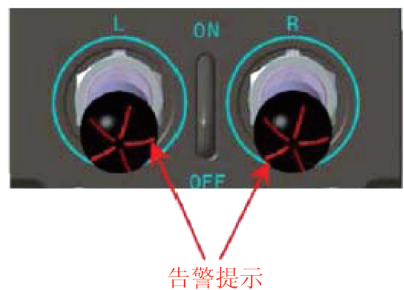


图 2 某国产飞机燃油控制开关外形图

该型号燃油控制开关集成了火警提示灯,其控制简图如图 3 所示。

当发动机火情被对应侧的发动机防火系统检测到的时候,且该对应侧的燃油控制开关在 ON 位时,航电系统接收这两个信号后根据内部逻辑给火

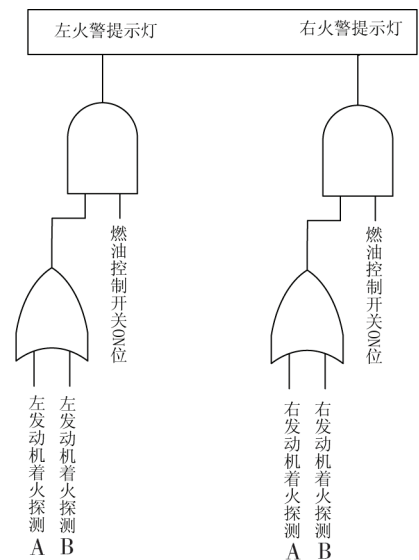


图 3 某国产飞机火警提示灯控制原理图

警提示灯发出点亮信号。

该型号在防火系统火警测试模式下,火警提示灯不被点亮。

1.2 某型国产飞机 II

该型号飞机安装了燃油控制开关,且集成了火警提示灯。实物图如图 4 所示。

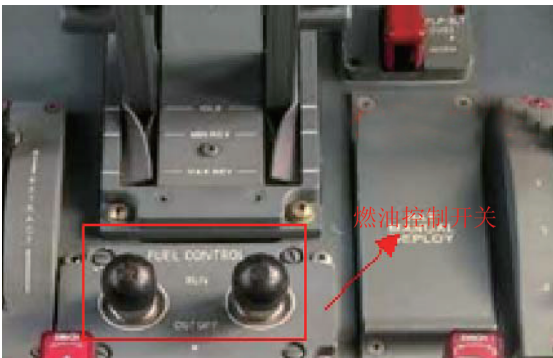


图 4 某国产飞机燃油控制开关实物图

当对应侧的发动机着火以及燃油控制开关在 RUN 位时,火警提示灯会被点亮。

该型号在防火系统火警测试模式下,火警提示灯不被点亮,其提示灯的控制逻辑如图 3 所示。

1.3 A320 飞机

A320 飞机上安装了燃油控制开关,火警指示灯单独安装在燃油控制开关的下方,结构外形如图 5 所示。

当发动机火警告警触发后,指示灯被点亮。当防火系统进行火警测试时,火警提示灯也会被点亮^[1],该提示灯的控制逻辑如图 6 所示。

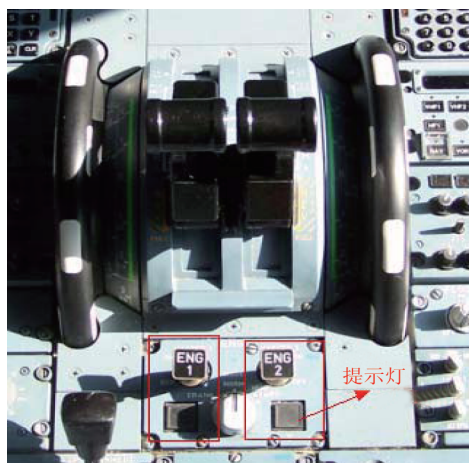
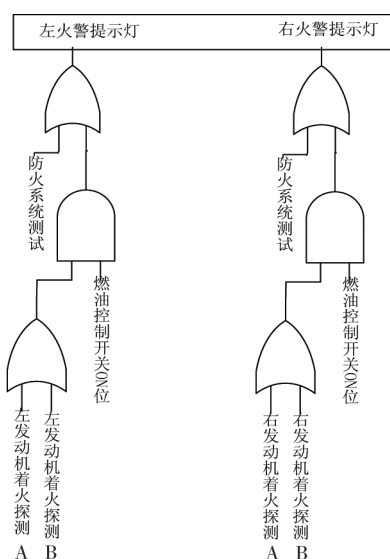


图 5 A320 燃油控制开关结构图



注: A318、A319、A321 与 A320 的燃油控制开关设计结构类同。

图 6 某国产飞机火警提示灯控制原理图

1.4 A380 飞机

A380 飞机上安装了燃油控制开关并集成了火警提示灯, 结构外形如图 7 所示。



图 7 A380 燃油控制开关结构图

当发动机着火发出告警指示, 机组人员可切断燃油控制开关, 同时低压燃油切断阀可通过发动机防火手柄控制。

当发动机火警告警触发后, 指示灯被点亮。当防火火警测试按钮按下之后, 燃油控制开关上的火警提示灯会被点亮, 直到防火自检结束才熄灭^[2], 该提示灯的控制逻辑如图 6 所示。

1.5 波音 737

波音 737 无燃油控制开关。波音 737 发动机操纵控制系统提供人工或自动控制信号来管理发动机的工作, 包括的部件有: (1) 油门手柄(前推和反推); (2) 油门手柄解析器; (3) 发动机起动手柄和电门; (4) 油门手柄内锁电磁阀。

具体构型如图 8 所示。

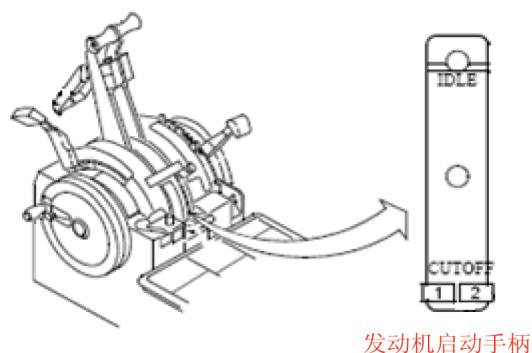


图 8 波音 737 操作台构型

1.6 波音 777

波音 777 飞机上安装了燃油控制开关, 并集成了火警提示灯, 采用 4TL32-3D-Honeywell 型燃油控制开关, 在中央操纵台上的安装情况如图 9 所示。



图 9 波音 777 燃油控制开关外形图

当发动机火警告警触发后, 指示灯被点亮。当防火火警测试按钮按下之后, 燃油控制开关上的火

警提示灯会被点亮,直到防火自检结束才熄灭^[3],该提示灯的控制逻辑如图6所示。

1.7 波音 787 飞机

波音 787 飞机上安装了燃油控制开关,并集成了火警提示灯,其功能与波音 777 相同,采用 4TL32-3D-Honeywell 型燃油控制开关,结构外形如图 10 所示。

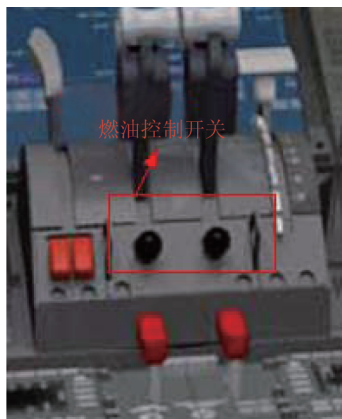


图 10 波音 787 燃油控制开关示意图

当发动机防火手柄在 IN 位和发动机燃油控制开关在 RUN 位时,则打开发动机燃油高低压阀;当发动机防火手柄在 OUT 位或发动机燃油控制开关在 OFF 位以及点火开关在 NORM 位时,则关闭发动机燃油高低压阀^[4]。

发动机燃油控制开关火警提示灯示意图如图 11 所示,火警提示灯被点亮条件有:1)探测到相对应的发动机着火;2)进行防火系统火警探测。

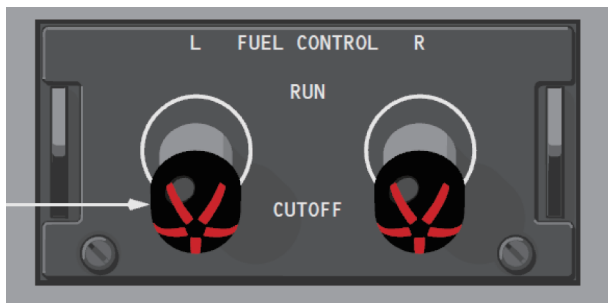


图 11 波音 787 火警提示灯示意图

该提示灯的控制逻辑如图 6 所示。

2 对比分析

1) 安装

大部分机型在中央操纵台上都安装了燃油控制开关,部分机型未安装,譬如波音 737 机型。

2) 外形结构分析

目前燃油控制开关结构形式上分两种,一种是图 2 和图 11 所示的圆形按钮式,一种是图 5 和图 7 所示的方形按钮式。国产型和波音都是采用的圆形按钮式,空客采用的是方形按钮式。

3) 控制原理分析

燃油控制开关的控制原理目前存在两种形式,一种是防火测试时不被点亮,具体如图 3 所示。一种是燃油控制开关在防火系统测试时被点亮,如图 6 所示。国产型的属于不被点亮的控制方式,波音和空客属于被点亮的控制方式。

3 结论

通过对目前市场上主流的机型进行枚举和类比分析,大部分的机型都在驾驶舱操作台上安装了燃油控制开关,燃油控制开关主要用来切断燃油进入发动机燃烧室,且主流机型都在其上集成了火警提示灯。

主流机型的火警提示灯通常在发动机着火时或防火系统火警测试时都可以被点亮。

商用飞机燃油控制开关及火警提示灯的设计,应当根据飞行员操作习惯和设计的继承性综合考虑,燃油控制开关是否应当集成火警提示灯,及火警提示灯的点亮逻辑均应当遵循该原则进行权衡。

参考文献:

- [1] 李海强. CFM56-5B 在 A320 系列飞机上的构型[J]. 航空维修与工程,2012(05):59-61.
- [2] 比尔·伯切尔. A380 维修培训[J]. 成磊,译. 航空维修与工程,2010(04):31.
- [3] 许春生. B777 飞机发动机控制、指示和故障隔离的新技术[J]. 中国民航学院学报,1999,17(05):8-11.
- [4] 陈光. 用于波音 787 客机的 GENx 发动机设计特点[J]. 航空发动机,2010,36(01):1-5.

作者简介

姚莉君 女,硕士,工程师。主要研究方向:燃油系统设计; E-mail: yaolijun@comac.cc

银未宏 男,硕士。主要研究方向:防火系统设计; E-mail: yinweihong@comac.cc

朱红玉 女,硕士,工程师。主要研究方向:防火系统设计; E-mail: zhu hongyu@comac.cc

郎 振 男,硕士,高级工程师。主要研究方向:油门台设计; E-mail: langzhen@comac.cc

宋志强 男,硕士,工程师。主要研究方向:测量系统设计; E-mail: songzhiqiang@comac.cc