

民用飞机液压系统防火切断阀的应用研究

Analysis on Fire Shutoff Valve of Hydraulic Power System in Civil Aircraft

谢孟恺 / 上海飞机设计研究院

摘要: 通过对民用飞机适航条款的分析, 提出设置液压系统防火切断阀的必要性, 并阐述了防火切断阀的安装布置要求及工作原理。

关键词: 民用飞机; 液压系统; 防火切断阀

Keywords: civil aircraft; hydraulic power system; fire shutoff valve

0 引言

民用飞机液压系统是为飞机的安全飞行提供充足且可靠的能源保障。在民用飞机液压系统设计过程中, 要始终把满足适航条例作为系统设计的指导, 把对飞机安全的影响降低至最小。

对于民用飞机而言, 防火是保证飞机安全飞行的重点, 适航条例也针对飞机的防火提出诸多要求, 如采取措施以切断燃油、滑油、除冰液或其他可燃液体, 或者防止达到危险量的上述液体流入或流过任何指定火区。由于当前的民用飞机液压流体普遍采用磷酸酯基液压油, 属于可燃液体的范畴, 故在民用飞机的液压系统上设置防火切断阀非常必要。本文将通过对适航条款的分析, 提出防火切断阀安装的必要性, 进而阐述液压系统防火切断阀的安装布置要求及工作原理。

1 适航审定基础及分析

与民用飞机液压系统防火切断阀相关的中国民用航空规章(CCAR)和美国联邦航空条例(FAR)章程为 25.1435(b)(4), 该章程的阐述为:“如果使用了

可燃性的液压流体, 需要达到第25.863条、第25.1183条、第25.1185条和第25.1189条的应用要求。”对第25.863条、第25.1183条、第25.1185条和第25.1189条的条款分析如下:

1) 25.863章节认为需要加装防火切断阀。

2) 25.1183章节认为防火切断阀不能位于火区, 如果位于火区必须能够防火。

3) 25.1185章节针对可燃性液体——液压油, 要求其容器不能位于火区内。

4) 25.1189章节提供了加装防火切断阀的一些要求: 任何切断动作不得影响其他设备(诸如螺旋桨顺桨装置)的应急使用; 可燃液体的切断装置和控制装置必须是防火的, 或者必须安置防护使火区内的任何着火不会影响其工作; 切断装置关闭后, 不得有危险量的可燃液体排入任何指定火区; 必须有措施防止切断装置被误动, 并能使机组在飞行中重新打开已关闭的切断装置; 油箱和发动机之间的每个切断阀的安装位置必须使动力装置或者发动机安装的结构破损不会影响该阀工作; 每个切

断阀必须具有释放聚积过大压力的措施, 如果系统中另有释压措施则除外。

通过上述对适航条款的分析, 可知在民用飞机液压系统的设计过程中, 必须设置防火切断阀以保证在发动机及短舱发生火灾和液压系统过热时, 能够切断液压系统自身的供油管路, 将火灾影响降至最低。

2 液压防火切断阀的布置要求

设置液压防火切断阀的目的是用来切断液压油防止其流入或流过任何指定火区。对于大多数民用飞机而言, 液压系统布置经过的指定火区区域主要是指发动机及短舱区域。液压系统的发动机驱动泵布置于短舱内部, 其相连的液压管路为压力管路、壳体回油管路和吸油管路。根据适航条例的要求, 只需要切断液压油箱与发动机驱动泵之间的吸油管路, 就能满足阻止液压油流入和流过指定火区的要求。故民机的液压系统设置有防火切断阀, 其用途是液压系统出现超高温或发动机出现火警时, 切断发动机驱动泵吸油管路, 使得系统不再往发动机短舱内发动机驱动

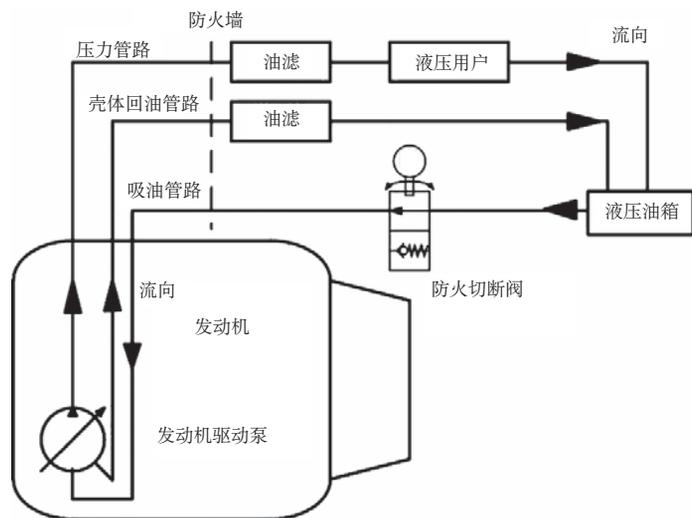


图1 液压防火切断阀设置简图



图2 液压防火切断阀外形图

泵供油,降低发动机着火可能。液压防火切断阀布置简图如图1所示。图2为某型民机的液压防火切断阀。

根据工程经验,防火切断阀的安装位置有三大要求:

1) 防火切断阀不能位于火区,如果位于火区必须能够防火。因为防火要求设备/系统能在2000°F的火焰下忍耐15分钟,如果要满足此要求,则会极大地增加防火切断阀及其相关系统的生产成本。因此大多数民机都采用将防护切断阀安装于火区外的布置方式。

2) 防火切断阀与发动机驱动泵之间的管路要尽量短,以保证防火切断阀

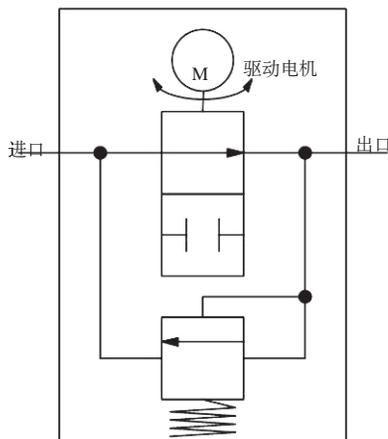


图3 防火切断阀原理图

关闭后回流至火区的液压油油量最小。FAR和AC没有对允许的回流至火区的液压油油量进行定义,但其目标是保证回流至火区的液压油油量少于10L。

3) 尽可能布置防火切断阀位于转子爆破区域之外,但是在FAR中并没有相关章节明确要求防火切断阀位于转子爆破区之外。

3 液压防火切断阀的工作原理

一般民机的防火切断阀控制方式有驾驶舱液压控制板按钮控制,防火手柄控制和温度开关传感器硬线控制。当液压系统出现过热的情况时,飞机的告

警系统会提示驾驶员此时液压系统处于过热的状态,然后驾驶员可以通过位于驾驶舱顶部的液压控制面板的防火切断阀控制按钮实行切断操作;同时,如果出现发动机短舱起火的情况,飞机监测到此情况后,防火手柄会自动解锁,驾驶员可通过防火手柄切断供给发动机的液压、燃油、电气等回路;此外,防火切断阀还可通过安装于液压油箱上的温度开关传感器硬线进行控制,当液压系统温度达到设定的系统过热温度阈值时,温度开关给防火切断阀发硬线信号,关闭防火切断阀。上述三种控制方式做到了冗余和防差错的设置,保证了在发生液压系统过热的情况下防火切断阀关闭液压系统的吸油回路和避免了驾驶员的误操作。防火切断阀打开和关闭的状态可以通过驾驶舱的液压系统简图页观测。

4 小结

相比于军用飞机,民用飞机始终把安全飞行作为设计的出发点。液压系统根据适航条例的要求,在系统中设置了元件防火切断阀,将液压系统过热和发动机起火对飞机安全的影响降至最小。当前的民用飞机普遍设置了液压系统的防火切断阀,随着民用飞机对安全性要求的提高,液压系统防火切断阀将向高可靠性、小型化、智能化的方向发展。

AST

参考文献

[1] 王占林. 飞机高压液压能源系统[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2004.

作者简介

谢孟恺, 助理工程师, 主要从事液压系统设计工作。