

民用飞机应急照明触发电路设计

Override Circuit Design of Emergency Lighting for Civil Aircraft

何皇冕 / He Huangmian

(上海飞机设计研究院, 上海 201210)

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

摘要:

应急照明系统用于为机上人员的应急撤离提供照明,当飞机电源失效后自动开启。因此,应急照明的触发时机及方式将直接影响机上人员应急撤离的效率。目前,民用飞机一般都用应急照明电源充电线路的掉电来触发应急照明,该触发方式限制了应急照明的开启时间,对适航取证存在风险。提出了一种全新的应急照明触发电路设计方法,并详细介绍了其设计原理和控制逻辑。该应急照明触发电路设计可显著降低适航取证的风险和飞机的研发成本,为民用飞机应急照明系统的设计提供重要的指导意义。

关键词: 民用飞机;应急照明;触发;电路

中图分类号: V242.2

文献标识码: A

[Abstract] The emergency lighting system provides illumination for the passengers to emergency evacuation and works automatically when the aircraft power fails, so the override time and method of emergency lighting has direct influence to the efficiency of passengers' evacuation. At present, the emergency lighting on civil aircraft was mostly overridden by the failure of emergency power supply charging bus, which limits the opening time of emergency lighting and has risk on airworthiness certification. This article introduces a new override method of emergency lighting and interprets the design theory and control logic in detail. The override circuit design of emergency lighting can improve the airworthiness and reduce the research cost of aircraft, and can provide guidance for the design of emergency lighting on civil aircraft.

[Key words] Civil Aircraft; Emergency Lighting; Override; Circuit

0 引言

民用飞机对应急照明系统的开启时间和持续工作时间都有严格的规定,要求在飞机紧急迫降时应急照明可自动开启并工作 10min 以上,以保证乘客能安全、迅速地撤离飞机。

民用飞机的应急照明系统要求独立于飞机的主照明系统,一般都通过采用独立的应急照明电源来实现。在正常情况下,应急照明不工作,由飞机电源对应急照明电源充电;当飞机电源失效时,应急照明电源需要自动给应急灯供电,应急灯开启。

本文提出了一种全新的应急照明触发电路的设计方法,可显著降低适航取证的风险和飞机的研发成本,并为民用飞机应急照明系统的设计提供了

重要的指导意义。

1 背景

1.1 飞机电源介绍

现代民用飞机为机上设备供电一般具有以下 4 类电源汇流条:115V 一般交流汇流条、28V 一般直流汇流条、115V 重要交流汇流条和重要 28V 直流汇流条。115V 一般交流汇流条和 28V 一般直流汇流条为飞机的正常电源,其电源由飞机的主发电机(由发动机带动)和 APU(辅助动力装置)发电机提供;115V 重要交流汇流条和 28V 重要直流汇流条为飞机的应急电源,其中 115V 重要交流汇流条上的电源由主发电机、APU 发电机以及飞机的 RAT(冲压空气涡轮)发电机提供,28V 重要直流汇流条上的电源由主发电机、APU 发电机以及 RAT 发电机

经 TRU(变压整流器)转换而来、或由飞机的机载蓄电池提供。

在正常情况下,以上 4 类电源汇流条都有电,应急情况下飞机上电源的卸载顺序如下:当发动机全部失效且 APU 未能起动时正常电源失效,此时 RAT 将自动放下开始发电以保证飞机应急电源的正常供电;当飞机着陆后 RAT 由于空速不足使发电量无法满足用电需求时,115V 重要交流汇流条失效,此时飞机上仅有 28V 重要直流汇流条有电(通过飞机的机载蓄电池供电)。

1.2 设计依据

中国民用航空总局于 1985 年颁布的《运输类飞机适航标准》CCAR25 部 R4 版、以及由美国汽车工程师协会于 2004 年修订的 SAE-ARP503《应急撤离照明》F 版,都对应急照明的触发开启及持续工作时间提出了明确的要求;当驾驶舱内应急照明的控制装置处于“准备”位置时,一旦飞机正常电源中断,应急灯点亮或保持点亮状态;在飞机紧急着陆后,应急照明能正常工作 10min 以上。

对于大多数民用飞机而言,正常电源为飞机的主发电机(由发动机带动)和 APU 发电机。按照适航要求,当飞机在空中由于双发及 APU 失效造成正常电源中断时,应急照明必须自动点亮;在飞机着陆后,应急照明电源须为应急照明提供 10min 以上的电源。

1.3 现有设计分析

民用飞机现在普遍采用的应急照明触发方式主要有以下 3 类。

(1) 正常电源掉电触发

波音 737 系列的部分机型采用 28V 一般直流汇流条(正常电源)给应急照明电源充电,当正常电源掉电后即触发开启应急照明。采用该触发方式有较大的隐患,由于应急照明电源的存储电量有限,如果飞机在正常电源失效后仍在空中滞留较长时间,着陆后应急照明电源的剩余电量将难以维持 10min 供电。若应急撤离时应急灯熄灭,旅客只能依靠自发光的地板发光标志进行撤离,会极大地影响应急撤离的效率。

(2) 应急电源掉电触发

某些支线飞机(例如 CRJ 及 ERJ 的部分机型)采用 28V 重要直流汇流条(应急电源)给应急照明电源充电,当 28V 重要直流汇流条掉电后触发开启应急照明。由于民用飞机的客舱照明一般都由正

常电源供电,采用该触发方式会造成当正常电源失效后客舱处于黑暗状态(此时客舱照明熄灭,应急照明未开启),将给旅客带来恐慌情绪;如果着陆后飞机蓄电池未耗尽,28V 重要直流汇流条仍有电,此时还需要手动开启应急照明,且有一定的适航取证风险。

(3) 应急照明混合供电

空客的飞机基本上都采用了应急照明混合供电方式,由 28V 重要直流汇流条给应急照明电源充电,并用 28V 重要直流汇流条和 115V 一般交流汇流条的掉电对应急电池盒进行逻辑控制。当 115V 一般交流汇流条的掉电后,由 28V 重要直流汇流条通过应急照明电源自带的 DC/DC 转换器直接给客舱应急顶灯供电,客舱应急顶灯先点亮,此时应急照明电源本身不放电;只有当 28V 重要直流汇流条掉电后,才触发应急电池盒放电,所有应急灯点亮。采用该供电方式的应急照明,其控制电路设计复杂,且会增加应急照明电源的设计成本;如果应急撤离时飞机蓄电池未耗尽,仍要手动开启其余应急照明以保证乘客快速撤离。

2 设计方法

2.1 应急照明电源特性

大部分应急照明电源的充电输入端口会同时作为其放电的触发端口,其充电电压为 28V 直流,输出为 6V 直流。当应急照明电源的充电线路掉电时,应急照明电源会自动转为放电模式,给所有应急灯供电。

现在民用飞机上使用的应急照明电源一般为镍镉电池,满充状态下电池存储的电量一般只能使用 15 ~ 20min。电池在刚开始充电时为快速充电,充电电流较大;当电池充到一定电量时将转为涓流充电,充电电流很小,电池将一直处于浮充状态。

2.2 设计原理

为满足适航要求,须保证在飞机正常电源失效时应急照明能自动开启,同时须保证在飞机紧急着陆后应急照明电源能正常供电 10min 以上。

应急照明的触发电路设计原理如下:采用 28V 重要直流汇流条通过继电器给应急照明电源充电,并使用 115V 重要交流汇流条的掉电作为应急照明电源的触发信号;同时,选取少量的客舱照明顶灯由 115V 重要交流汇流条供电,在正常电源掉电后作为应急照明使用。

应急照明触发电路的设计原理如图 1 所示。

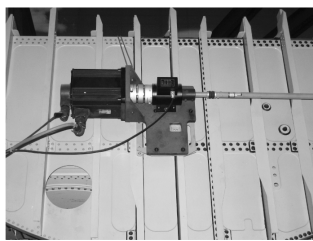


图 1 应急照明触发电路的设计原理

图 1 中,28V 重要直流汇流条通过继电器给应急照明电源充电,继电器由 115V 重要交流汇流条控制,同时部分客舱照明顶灯由 115V 重要交流汇流条供电。当 115V 重要交流汇流条掉电时,继电器将切断应急照明电源的充电线路,此时若驾驶舱内的控制开关置于“准备”位置,应急照明电源就会自动转为供电模式,应急灯自动点亮。考虑在正常电源中断后 115V 重要交流汇流条的供电能力,可选择客舱照明顶灯总数的 20%~25% 由 115V 重要交流汇流条供电,并按每隔一定距离的间隔来选择。如此,在正常电源中断后,保证了客舱仍有均匀照明的同时,这部分工作的客舱照明顶灯不会给 115V 重要交流汇流条增加太大的负担。

2.3 适航符合性分析

飞机起飞前驾驶舱内的控制开关要求置于“准备”位置。按照图 1 中应急照明触发电路的设计原理,当飞机正常电源(115V 一般交流汇流条和 28V 一般直流汇流条)中断后,RAT 发电机会给 115V 重要交流汇流条提供电源,此时仍有部分客舱照明灯继续工作,该部分客舱照明灯此时起应急照明的作

用;当 RAT 由于空速不足使 115V 重要交流汇流条失效后,客舱照明灯全部熄灭,同时应急照明电源受触发转为供电模式,应急灯自动点亮。因此,该设计方法满足适航关于“一旦飞机正常电源中断,应急灯必须自动点亮”的要求。

现在民用飞机上普遍使用的应急照明电源充满电后在最大输出电流下一般能持续供电 15min 左右。在双发和 APU 失效时,RAT 会自动放下开始发电,一般只有在飞机着陆后,RAT 由于空速不足使发电量无法满足用电需求时,115V 重要交流汇流条才会掉电并触发应急照明,此时飞机即将着陆,着陆后应急照明电源剩余的电量可以保证应急照明工作 10min 以上,满足适航关于“应急照明着陆后需工作 10min 以上”的要求。

3 结论

本文提出的应急照明触发电路的设计简单,可靠性高,可以大幅降低飞机的研发成本和适航取证风险,并可简化应急照明电源的内部控制电路,具有很强的实用性,并对民用飞机在研发阶段的应急照明系统的电路设计具有一定的指导作用。

参考文献:

- [1] 李杰. 大型民用飞机应急撤离模型与仿真方法研究[J]. 西北工业大学航空学院, 2010, 40(2): 41-42.
- [2] 任仁良. 飞机应急照明电源原理及校验方法[J]. 中国民航学院学报, 1999, 17(5): 12-16.
- [3] 王正华. 直升机应急逃生照明系统及其效能研究[J]. 海军医学杂志, 1997, 15(3): 196-197.
- [4] SAE-ARP503F. Emergency Evacuation Illumination[S]. USA: SAE Aerospace, 2004.

(上接第 80 页)

(2) 新型卤代烃灭火剂中 Novec1230 和 FIC-1311 可以作为民用飞机灭火系统使用的灭火剂,这两类灭火剂的特点是灭火效率高,对环境污染较低,但也存在一定缺陷。Novec1230 的缺点是挥发性差,飞机在高空低温的环境下工作,具有一定的特殊性,只有解决雾化技术提高了释放效率才可以应用;FIC-1311 的缺点是毒性较高,只能应用于受保护的无人区域。

(3) 细水雾是环保、无毒的灭火剂,其灭火效率较低,但冷却能力和防止复燃效果强,适用于民航客舱和货舱等空间较大的场所。

参考文献:

- [1] 国家环保总局. 国家环保总局保护臭氧层项目完成工作目标并开拓新的领域[J]. 中国环保产业, 1998, 5: 20-21.
- [2] 周文英, 邵宝州, 等. 新型干粉灭火剂研究[J]. 消防技术与产品信息, 2004, 5: 62-64.
- [3] 曹勇, 李强, 等. 几种清洁环保型灭火剂的性能及灭火原理[J]. 辽宁化工, 2002, 31(6): 254-256.
- [4] 杨霞, 马克辛, 肖建桥. HFC-227ea 灭火剂与哈龙 1301 灭火剂的有关性能比较[J]. 消防科学与技术, 2004(23): 44-45.
- [5] 张国壁. 新一代哈龙替代灭火剂[J]. 消防科学与技术, 2004, 23(4): 369-371.
- [6] GB 50370-2005, 气体灭火系统设计规范[S].
- [7] ISO/FDIS 14520-5(2005). Gaseous fire extinguishing systems - Physical properties - Part 5: FK-5-1-12 extinguishant.