

民用飞机应急撤离信号系统测试台设计

张 波 *

(上海飞机设计研究院, 上海 201210)

摘 要: 关于机上应急撤离相关配套设施的研究, 长期以来都是民用飞机安全方面研究的重要领域之一, 由于民用飞机的机上人员较多且较为分散, 当飞机在空中飞行时出现紧急情况, 成功迫降到地面后, 需要将机上人员安全快速有序地撤离到机外指定地点。机上应急撤离成功的关键因素之一就是应急撤离指令快速地通知到机上的每一个人(包括飞行员、乘务员以及乘客), 飞机上的应急撤离信号系统就起到了这个作用, 它建立了飞行员和乘务员之间快速简洁的联络通道, 通过按钮、灯光及音响提示完成了应急撤离相关的信息沟通, 有效提升了机上应急撤离的效率。为了保证应急撤离信号系统的装机质量, 提升研制的效率, 设计了一个应急撤离信号系统测试台, 可用于应急撤离信号系统在地面进行全面完整的功能测试。

关键词: 应急撤离; 信号系统; 试验技术; 测试台; 试验室试验

中图分类号: V328

文献标志码: A

OSID:



0 引言

民航业的蓬勃发展, 使得飞机成为了很多人出行的选择^[1]。民用飞机的安全性和可靠性非常高, 但由于民机自身以及飞行环境的复杂性, 民用飞机在飞行过程中还是会出现难以预测的意外, 一旦在空中发生紧急情况而迫降到地面, 机上人员需要在机组的指挥下快速安全有序地撤离到机外指定地点, 防止有乘客因飞机的燃烧爆炸而产生二次伤害, 这就是机上应急撤离^[2]。根据国际民航组织(International Civil Aviation Organizations, 简称 ICAO)提供的统计数据显示, 在 1998 年至 2007 年这十年间, 全世界发生的所有飞机事故中, 机上人员死亡的人数为 8 759 位, 受到重伤的人数为 1 164 位, 受到轻伤的人数为 2 012 位, 未受到损伤的人数为 77 249 位, 借助机上应急撤离得以脱险生还的乘客比例高达 90%, 可见应急撤离的重要性^[3]。台湾某家航空公司的一架波音 737 飞机, 在 2007 年的时候曾发生过一次成功的机上应急撤离, 发生地点为日本的那霸机场。该飞机在降落后突然发生了爆

炸并断成了三段, 幸运的是这架飞机上的人员(包括机组、乘务组、乘客共计 155 人)全部安全撤离。此次应急撤离成功的关键因素除了机组人员训练有素外, 还有赖于机上人员对应急撤离相关的大量研究及适航严格要求^[4]。在适航方面, 对机上应急撤离有严格的要求, 民航适航规章条款明确规定, 对于座位数多于 44 个的民用飞机, 需在地面进行应急撤离演示试验, 保证机上的所有人员都能够快速、安全、有序地撤离到地面指定安全地点, 而且整个过程必须在 90 s 内完成^[5]。最早开始研究机上应急撤离的专家是 Hasbrook 教授, 他在 1962 年就发表了一篇文章, 主要内容是关于飞机迫降后人员撤离模式的分析^[6]。从此全世界掀起了机上应急撤离相关各项研究的热潮, 持久不衰。美国安全运输委员会(National Transportation Safety Board, 简称 NTSB)和美国联邦航空管理局(Federal Aviation Administration, 简称 FAA)于 1974 年开始共同主持开展了关于机上应急撤离的大量研究^[7-9]。

民用飞机安全性的研究一直以来都受到各国研究者的重视, 机上应急撤离是机上人员逃生的过

* 通信作者. E-mail: zhangbo6@comac.cc

引用格式: 张波. 民用飞机应急撤离信号系统测试台设计[J]. 民用飞机设计与研究, 2023(4):153-157. ZHANG B. Design of test bench for emergency evacuation signal system of civil aircraft[J]. Civil Aircraft Design and Research, 2023(4):153-157(in Chinese).

程,其特点是时间紧急、环境复杂、人员众多,乘务员在应急撤离中起着举足轻重的作用^[10]。因此,机上机组与乘务组之间保持高效的沟通显得尤为重要。应急撤离信号系统,作为机上应急撤离的一个重要的配套设施,能够保证飞行员与乘务员之间高效快速地沟通,并能下达应急撤离指令,产生灯光和声响警告,有利于提高机上应急撤离效率以及生还率。本文介绍了民用飞机应急撤离信号系统测试台的设计,能够在地面进行应急撤离信号系统全功能的测试,验证系统部件功能是否符合需求,对后续机上试验具有指导意义。支持应急撤离信号机上试验,可有效保证系统部件装机质量,有力保障机上应急撤离的成功率。

1 应急撤离信号系统

民机应急撤离信号系统是民机应急撤离重要的配套设施,一般独立于飞机其他系统,其主要的的作用是建立飞行员与乘务员之间快速简洁的联络通道,通过声光警告快速完成信息沟通,缩短沟通流程和时间,提高应急撤离的效率,增加民机安全性。该系统一般由驾驶舱控制板、驾驶舱蜂鸣器、前客舱控制板、后客舱控制板组成,飞行员可通过驾驶舱控制板直接下达应急撤离指令,也可设置应急撤离权限给前客舱控制板,由乘务长下达应急撤离指令,并在驾驶舱和客舱发出声光警告,且可在驾驶舱控制板、前客舱控制板、后客舱控制板上抑制声响警告,也可在驾驶舱控制板、前客舱控制板上取消应急撤离指令。

2 测试台设计

应急撤离信号系统测试台用于试验室环境下应急撤离信号系统全功能试验室验证试验,具有以下功能:

- a) 仿真激励功能;
- b) 数据采集功能;
- c) 供电控制功能;
- d) 人机交互功能;
- e) 构型切换功能;
- f) 提供安装环境。

应急撤离信号系统测试台主要由仿真机、显示器(KVM)、机柜、电源、驾驶舱控制板、前客舱控制板、后客舱控制板和实物仿真组成,系统组成如图 1

所示。

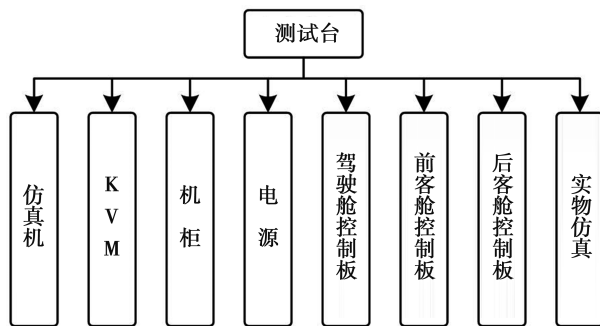


图 1 测试台组成

应急撤离信号系统测试台完成应急撤离信号系统各项功能测试,通过 IO 板卡驱动真实负载或者实物仿真设备,测试台通过构型切换可以接入应急撤离信号系统真件设备或者仿真件,通过不同的构型测试完成应急撤离信号系统的集成试验以及外部接口验证测试,测试台架构如图 2 所示。

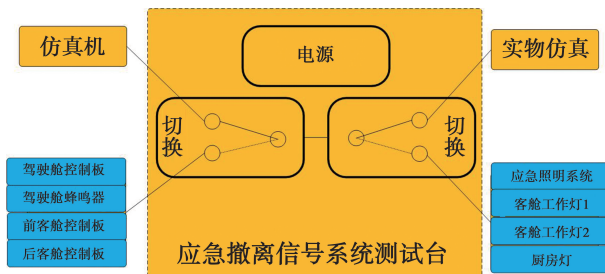


图 2 测试台架构

应急撤离信号系统测试台的电源系统输入为 220 V AC/50 Hz 交流电源,仿真机输出二路 28 V DC 电源,一路为普通供电,另一路为应急供电,系统在真件设备端实施 200 ms 电源中断控制,由模拟地面电源切换到发动机电源的情况下,系统自身是否能提供至少 200 ms 的电源供应,保持正常工作。200 ms 电源中断过程中通过软件读取电源实时功耗并显示。

配电系统给系统内部和真件供电,配电系统组成包括电源总控、直流电源、电源程控设备等,原理如图 3 所示,DC 28 V 电源连接关系如图 4 所示。

仿真机电源可通过编程读取电源输出功率、电压、电流等参数,实现对应急撤离信号系统进行全构型的电源特性测试和监控系统功耗状态,掌握系统电源特性。

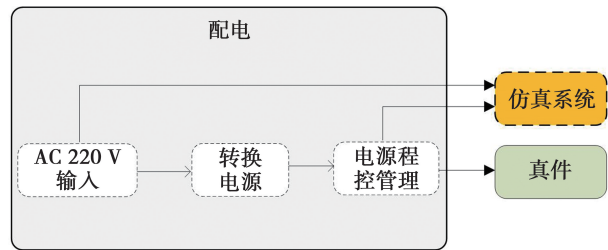


图3 测试台供电系统原理

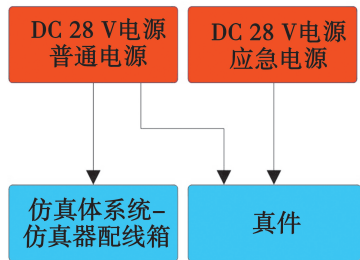


图4 DC 28 V 电源连接关系

仿真机采用 PCI 架构,通过将采集卡和总线通信板卡、定制配线箱、真件适配接口集成起来放置在标准机柜上,构成可兼容扩展型和基本型应急撤离信号系统测试的仿真机。仿真机硬件配置和功能说明如下:

1) 继电器板卡:用于模拟应急撤离信号系统对指示灯的控制,指示灯包括应急照明、厨房工作灯、客舱工作灯、入口灯等;能够提供数字量输入,并提供继电器输出用于控制小型电源的断路开关,每一个继电器配一个红色的指示灯显示开关以达到监控开关状态的目的。

2) 音频模块:用于模拟应急撤离信号系统对蜂鸣器的控制,采用开关卡进行模拟。

3) 数字量采集卡:用于模拟应急撤离信号系统采集实物仿真的按钮信号以及驾驶舱控制板、应急照明系统的按钮信号。其具备可编程上电状态的功能,当计算机或者程序发生故障时,允许用户利用软件配置初始输出状态,配置到安全的输出状态,确保故障排除,安全得到恢复。同时具备输入滤波器可编程的功能,可用数字滤波器消除毛刺和尖峰,也可以去抖动。

实物仿真用于模拟应急撤离信号系统相关的输出负载,包括应急照明、厨房工作灯、客舱工作灯、入口灯、驾驶舱蜂鸣器等,架构如图5所示。实物仿真采用标准上架机箱,信号灯的电气特性与机载设备保持一致。实物仿真提供便于接入真实试

验件负载的端口,可实现真件和模拟负载的快速切换。

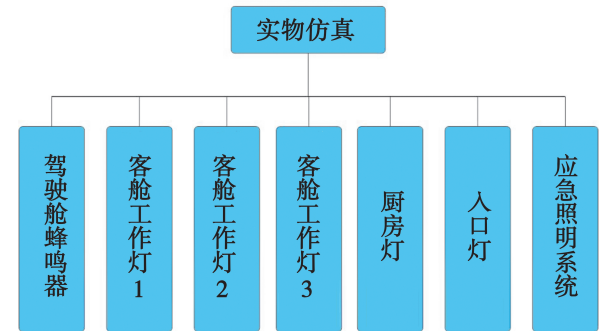


图5 实物仿真架构示意图

实物仿真的布局如图6所示,内容包括:

- a) 驾驶舱蜂鸣器:包含1路音频信号。
- b) 驾驶舱工作灯:包含2路28 V DC 电源。
- c) 厨房灯:包含1路28 V DC 电源。
- d) 入口灯:包含1路28 V DC 电源。
- e) 应急照明系统:包含3路应急照明灯和3路应急信号。

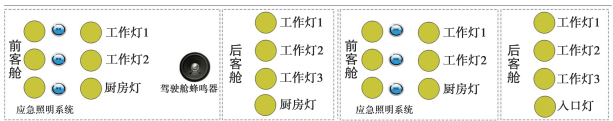


图6 实物仿真布局示意图

仿真机的人机交互采用键盘、显示器、鼠标 (keyboard, video, mouse, 简称 KVM) 来实现,如图7所示,KVM 整合了全尺寸键盘、鼠标触控板以及液晶屏幕于1U 的标准高度,方便集成安装到标准机柜中去。



图7 KVM 示意图

应急撤离信号系统测试台采用标准的上架设备,能实现将真件设备、供电电源设备、构型切换设备、电源总控设备、仿真机设备、配线箱设备、实物

仿真设备等集成安装在标准机柜中。机柜具体的布局如图 8 所示。



图 8 机柜布局示意图

3 应用范围和意义

应急撤离信号系统测试台可用于应急撤离信号系统地面实验室功能验证试验,对应急撤离信号系统全功能进行实验室环境下的集成验证,验证系统各项功能是否满足协议要求,包括命令触发、命令信号传递、状态指示等功能,验证系统内各零部件是否满足功能设计要求,也可用于应急撤离信号系统正式装机前的测试与验证,确保装机的质量,提高飞机的整体研制进度,形成应急撤离信号系统的自主化测试能力,以此提高系统排故效率,也可

用于国产化产品验证,增强对供应商产品质量的把控能力,为我国民机零部件测试提供了思路和方法。

4 结论

从民机应急撤离信号系统研制和制造装配现场出发,设计了一套应急撤离信号系统测试台。对应急撤离信号系统在机上的功能进行了分析,并详细介绍了测试台的设计方案,能实现应急撤离信号系统在地面进行全功能的测试验证,有效支持民用飞机应急撤离信号系统机上试验。

参考文献:

- [1] NEGRONI C. How much of the world's population has flown in an airplane[EB/OL]. (2016-01-06) [2019-12-17]. <https://www.airspacemag.com/daily-planet/how-much-worlds-population-has-flown-airplane-180957719/>.
- [2] 薛红军,张晓燕,张玉刚. 民用飞机应急撤离研究进展[C]//智能信息技术应用学会. 2010年第3次智能信息技术应用学会论文集:第7卷. [出版地不详:出版者不详]. 武汉:智能信息技术应用学会,2010.
- [3] Safety Regulation Group. Aviation safety review-2008: CAP 780[M]. England: Civil Aviation Authority, 2008.
- [4] 马健. 90秒内撤离浅谈运输类飞机应急撤离的适航验证要求[J]. 国际航空, 2009(8): 59-60.
- [5] XUE Z D, BLOEBAUM C L. A particle swarm optimization-based aircraft evacuation simulation model-VacateAir[C]//46th AIAA Aerospace Sciences Meeting and Exhibit, January 07-10, 2008, Reno, Nevada. [S. l.]: AIAA, 2008.
- [6] HASBROOK A H, GARNER J D, SNOW C C. Evacuation pattern analysis of a survivable commercial aircraft crash[R]. AD No. 282 893. U. S.: Civil Aeromedical Research Institute, 1962.
- [7] National Transportation Safety Board. Cabin safety in large transport aircraft: special study:NTSB/AAS-81/02[R]. Washington D. C.: National Transportation Safety Board, 1981.
- [8] National Transportation Safety Board. Airline passenger safety education: a review of methods used to present safety information: NTSB/SS-85/04[R]. Washington D. C.: National Transportation Safety Board, 1985.
- [9] National Transportation Safety Board. Flight attendant training and performance during emergency situations: NTSB/SIR-92/02[R]. Washington D. C.: National

Transportation Safety Board, 1992.

- [10] 封文春, 李伟. 民用飞机应急撤离影响因素试验研究 [J]. 航空科学技术, 2022, 33(3): 11-16.

作者简介

张 波 男, 本科, 工程师。主要研究方向: 客舱系统测试平台研发。E-mail: zhangbo6@comac.cc

Design of test bench for emergency evacuation signal system of civil aircraft

ZHANG Bo *

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

Abstract: The research on emergency evacuation related supporting facilities has long been an important field of research in the field of civil aircraft safety. Due to the large and scattered number of personnel on board, when an aircraft encounters an emergency situation in the air and makes a forced landing on the ground, it is necessary to safely, quickly and orderly evacuate the personnel on board to the designated location outside the aircraft. One of the key factors for successful emergency evacuation is to quickly notify everyone on board of the emergency evacuation instructions. The emergency evacuation signal system establishes a fast and concise communication channel between pilots and crew members, and completes information communication through buttons, lights, and audio prompts, effectively improving the efficiency of emergency evacuation. In order to ensure the installation quality of the emergency evacuation signal system and improve the efficiency of development, an emergency evacuation signal system test bench has been designed, which can be used for comprehensive and complete functional testing of the emergency evacuation signal system on the ground.

Keywords: emergency evacuation; signal system; testing technique; test bench; laboratory testing

* Corresponding author. E-mail: zhangbo6@comac.cc