

文章编号:1674-8190(2019)05-650-05

# 运输类飞机应急撤离演示试验适航要求解析

宋娜, 陈琨, 冯振宇, 解江

(中国民航大学 民航航空器适航审定技术重点实验室, 天津 300300)

**摘要:** 运输类飞机的应急撤离演示试验是通过型号合格审定的重要试验环节, 试验涉及人员多, 适航审定检查项目和种类繁多。通过对运输类飞机应急撤离相关适航要求及其咨询通告等文件进行系统地分析, 制定出更合理的试验方案; 针对飞机应急撤离演示试验的全过程, 从前期准备、机上检查、试验中以及试验后四方面开展研究, 明确适航审定的基本流程, 总结适航审定要素和具体的验证方法, 以支持和保障应急撤离试验顺利完成。

**关键词:** 运输类飞机; 应急撤离演示试验; 适航; 咨询通告; 机上检查

中图分类号: V216.5

文献标识码: A

DOI: 10.16615/j.cnki.1674-8190.2019.05.010

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



## Analysis of Airworthiness Requirements for Emergency Evacuation Demonstration Test of Transport Aircraft

Song Na, Chen Kun, Feng Zhenyu, Xie Jiang

(Key Laboratory of Civil Aircraft Airworthiness Technology, Civil Aviation University of China, Tianjin 300300, China)

**Abstract:** The emergency evacuation demonstration test of transport aircraft is an important testing link through the type certification. The test involves a large number of personnel and the items, and types of airworthiness certification check are complicated. In order to formulate a more reasonable test plan, it is necessary to carry out a systematic analysis of documents related to airworthiness requirements for emergency evacuation of transport aircraft and their advisory notices. For the whole process of the aircraft emergency evacuation demonstration test, research is carried out from four aspects: pre-preparation, on-board inspection, test and post-test, test and post-test. Defining the basic process of airworthiness certification, summarizing the airworthiness certification elements and specific verification methods are necessary to support and guarantee the completing of emergency evacuation demonstration test.

**Key words:** transport aircraft; emergency evacuation demonstration test; airworthiness; advisory notice; on-board inspection

收稿日期:2018-11-15; 修回日期:2019-01-07

基金项目:中央高校基本科研业务费(3122014B006); 中国民航大学研究生科技创新基金(Y16-28)

通信作者:陈琨, cknuua@gmail.com

引用格式:宋娜, 陈琨, 冯振宇, 等. 运输类飞机应急撤离演示试验适航要求解析[J]. 航空工程进展, 2019, 10(5): 650-654.

Song Na, Chen Kun, Feng Zhenyu, et al. Analysis of airworthiness requirements for emergency evacuation demonstration test of transport aircraft[J]. Advances in Aeronautical Science and Engineering, 2019, 10(5): 650-654. (in Chinese)

## 0 引言

运输类飞机的应急撤离问题自始至终都是民航安全领域所关注的重点。据统计,在1998~2007年间,运输类飞机发生可控坠地事故造成8 759人死亡,3 176人受伤,77 249人未受到损伤<sup>[1]</sup>,约90%的乘客通过应急撤离避免出现可能受到的伤害。

FAA(美国联邦航空局)、EASA(欧洲航空安全局)和CAAC(中国民用航空局)先后制定并更新应急撤离相关的适航规章内容<sup>[2]</sup>。1965年,FAA制定了FAR25部,作为运输类飞机适航审定标准<sup>[3]</sup>。1980年,在25~72号修正案中删除25.803(b)(d)(e)款,作为备用款,同时修改(a)款,将(c)款中应急撤离演示程序独立成为附录J<sup>[4]</sup>。25~79号修正案、25~117号修正案均是对附录J应急撤离演示程序的修正,分别是:禁止机组协助乘客撤离并重新修订对参试者性别年龄比例的要求;客舱外允许给予一定外部照明并且允许预先展开用于撤离试验的滑梯<sup>[5]</sup>。

运输类飞机的应急撤离是指飞机发生可生存坠撞事故或者其他危险后,乘客和机组成员按照规定程序在90 s内快速撤离至地面的全过程。运输类飞机的应急撤离试验是根据适航要求随机抽取最大客座量人员,在满足要求的黑夜状况下,乘客和机组成员通过局方审查代表随机选定的机上出口,使用辅助设施从机上撤离至地面的试验。而局方选定的出口数量仅是实际飞机出口数量的一半,试验环境相当严苛<sup>[6]</sup>。

国外各型号运输类飞机若要取得欧洲航空安全局和美国联邦航空局颁发的型号合格证,前期必须开展应急撤离试验,充分验证当飞机出现紧急情况而不得不应急着陆时,飞机上的乘客能否安全、迅速地撤离,例如,空客A380的应急撤离试验<sup>[7]</sup>。此外国外为了更好地研究运输类飞机应急撤离试验,还专门建立了研究机构,其中最大的两个研究机构分别是美国FAA CAMI实验室<sup>[8]</sup>和英国的克兰菲尔德大学安全事故调查中心<sup>[9]</sup>。

目前,国内也已开展了许多与应急撤离试验相关的研究。汪萍<sup>[7]</sup>详细地描述了空客A380应急撤离的试验过程;刘明<sup>[10]</sup>从民机规章角度出发,介

绍规章对应急撤离试验的适航验证要求;王敏等<sup>[11]</sup>对应急撤离地面演示试验风险及其相关规章进行系统地介绍,以提高参试者安全的机率。

随着应急撤离试验的重要性日益突出,在现有的研究基础上,提出更完整的与适航规章相结合的运输类飞机应急撤离的设计、布局、验证思路尤为重要。目前针对应急撤离试验过程中某一阶段的研究较多,而开展应急撤离试验全过程的研究较少。对此,本文将从试验前期准备、机上检查、试验中及试验结束后四个时间段,以规章与实际试验过程中技术指标为出发点,完整描述应急撤离演示试验的全过程。

## 1 前期准备

对于一个新研机型或当前机型的新构型,要求采用全尺寸演示试验来验证飞机应急撤离的符合性。试验前,申请人必须向局方提出申请并获得批准,成立应急撤离培训小组后,即可开始试验的准备工作。

试验前,完善试验预案并获得审查方的认可,明确各个阶段可能出现的异常情况及其处理程序,例如:出口打开失误,出口开启失败,应急照明系统失效,安全防护设施失效,参试人员受伤等<sup>[11]</sup>。

### 1.1 机组成员

机组成员需由正规的航班机组人员组成,并提前接受应急撤离试验培训以具备基本的指挥撤离能力,但是试验过程中使用的应急出口等具体的试验方案机组成员必须不知情<sup>[6]</sup>。

### 1.2 乘客

选取体检结果健康、试验前6个月内未参加过类似性质演示试验并且从事与飞机维修或者操作无关的工作的适龄参试志愿者<sup>[6]</sup>,需告知参试志愿者试验保险、补偿以及试验的危险性、衣着要求等情况<sup>[11]</sup>。志愿者中,女性的比例至少为40%,年龄大于50岁的比例至少为35%,同时需额外携带3个不计入总载客数的真人大小的玩偶<sup>[6]</sup>。

试验前,除了对安全程序、演示地点的必要说明、必要的起飞简介外,申请人不得额外培训参试者、排演或向参试者描述试验过程。

## 2 机上检查

全机型应急撤离试验是一项综合性的大型试验,涉及到总体布局、结构内饰、舱门、航电等多个专业。试验前,机上的应急设备(滑梯、安全绳索、救生筏等<sup>[12]</sup>)必须装配齐全,保证客舱内设计满足应急撤离试验适航要求,并且保证试验客舱设计与提交申请的机型一致;应急撤离试验前,必须接受局方的机上检查并且获得试验许可。

### 2.1 机内环境检查

客舱内舱门、所有的遮光帘均处于关闭状态。总平均量一半左右的行李等物品随意放置于过道等地方,以制造轻微障碍<sup>[10]</sup>。

#### 2.1.1 座椅

通过客舱布局图、视野分析报告说明 CCAR25.785 中机上座椅配备及布置的符合性,以保证运输类飞机坠撞后,机组成员及乘客处于生存且有逃生能力的状态。

应急撤离过程中,机组成员发挥至关重要的作用;及时开启应急出口并指挥有秩序的撤离。(h)款对机组人员的座椅位置等提出了要求;机组成员座椅具有与一般座椅不同的特殊要求,既要保证机组成员的安全,又要保证机组成员能时时观察掌握乘员的状态,且其位置又不能妨碍乘员的正常撤离。

AC 25.785-1A 与 AC25-17A 要求机组成员的座椅应充分靠近出口,以便能使机组成员及时到达所要求的与地板齐平的应急出口处,执行紧急任务。一般可接受的距离是每个座椅距离相关出口向前或向后的纵向距离不大于三排座椅。当机组成员系好安全带和肩带时,要求其能直接看到需要他或她为之服务的旅客。肩带和安全带不使用时应有将其收藏的方法,在应急情况下能快速解开安全带,且不妨碍机上人员快速离机。

坠撞环境下的座椅会产生不同程度的变形。对曼彻斯特国际机场飞机事故报告的分析发现,虽然 B737-236 整体设计满足适航要求,但是在坠撞情况下,机上 9 排、10 排座椅变形后其间通道距离仅余 10.5 in(1 in=0.025 4 m),座椅的破坏在很大程度上降低了撤离效率<sup>[13]</sup>。因此,座椅允许变形与极限载荷设计同样是机上检查的重要关注点。

《座椅设计与符合性验证标准》对座椅纵轴、向下、偏转、侧向方向变形距离均提出了要求,例如,向前向后变形最大不超过 3 in。

#### 2.1.2 宽度

人体上宽下窄的生理特点决定了过道在不同高度范围具有不同的宽度要求,CCAR25.815 以距地板向上 635 mm(25 in)的高度为分界线划分了上下两个宽度<sup>[6]</sup>,该条款可通过机上测量的方式,验证其符合性。座椅排距应测量的是两相对的空座椅在最不利位置(椅背前后调节)处的法向距离,同时测量该值时座垫和靠垫应保持无压缩状态。

CCAR25.813 条款中要求,当客舱内有两条或多条主过道时,必须设置若干宽度大于 20 in 的无障碍横向过道,其数量由应急出口的数量及类型决定。为了便于机组成员协助旅客撤离,在出口附近要留有足够的辅助空间供机组成员站立。在每个辅助空间内必须有一个或多个手柄,以帮助机组成员在手动使用辅助设施或者帮助旅客完成应急撤离时稳定自己。

以任何形式占据撤离空间的行为都必须进行检查,例如:门把手、挂钩、防擦条和座椅前折后倾等,必须确保对此类行为均已有效解决且不会影响撤离试验。

### 2.2 应急出口

应急出口类型、大小及位置的设计要求需与 CCAR25.807 条款相匹配。参照 AC25.807-1,应急出口的整体可设计为不完全对称的均匀分布形式。演示试验中需选取每对应急出口中最具代表性的应急出口用于疏散人群,其中至少选取一个与地板齐平的应急出口。此外,驾驶舱应急出口设计的符合性可参照《飞机驾驶舱评估审定计划》。

CCAR25.813 条款要求应急出口应设计为无障碍、可达且有效的,(b)款要求靠近应急出口的位置需提供能使一人站立的空间,以指挥帮助乘客完成撤离;同时必须考虑该出口是否接近螺旋桨平面、发动机进气口或尾喷口、潜在的火源、潜在的机身坠撞损伤等位置;机上应急出口的标记需简单醒目。AC25-17A 要求在靠近地板位置处设置标示,确保有烟雾且乘员蹲下撤离时,撤离人员仍能找到出口完成撤离。为了模拟运输类飞机真实撤离情

况下,观察舱内外情况,判定是否开启出口,及时施救,需检查舱内是否能通过舱门看到舱外状况,且舱外也能观察到舱内情况,以及在应急出口附近是否配备一定的辅助设施。

### 2.3 机外环境检查

试验必须在起落架处于正常放下姿态时进行,机外灯光强度不能超过 3.229 lx,除此之外只能使用应急照明系统提供照明之需。在应急出口处提前配备滑梯,演示开始之前均处于开启状态,同时配置防止试验中使用的应急出口暴露的措施,可用黑色帘子、一排纸箱遮挡。此外,机翼上是否喷涂应急撤离指示路线、喷涂技术方案也需表明其符合性。

### 2.4 辅助设施检查

辅助设施须符合 TSO 标准的要求,例如:滑梯必须取得 TSO-C069c 的要求<sup>[14]</sup>;机上所配备的安全、辅助设施不会造成乘客二次伤害;每个非机翼上的 A、B、C 型应急出口,不管出口离地高度多少,必须配备经批准的辅助设施以协助乘员安全撤离至地面;由于 A、B 型应急出口可同时通过两股并行的人员撤离,必须检查 A、B 型出口的辅助设施是否能同时承载两股平行人员撤离等。

机上必须配备从机翼下至地面的安全设施,为了保证参试人员安全,可在地面上放置运输类飞机上所必须配备的安全设备(垫子或救生筏),同时飞机机组成员可在滑梯底部协助人员撤离,但是不能因此影响干预试验正常进行。

### 2.5 其他

在客舱内外需安装红外线摄像机记录撤离信息,其安装数量及位置以满足应急撤离场景拍摄为标准设计。通过提前调试以避免摄像“死角”,同时摄像头不可影响撤离试验,内部要固定在飞机内饰上,外部设计要考虑人员走动问题。客舱外摄像头需拍摄到所有应急出口、充气滑梯及地面保护垫区域,客舱内摄像头需拍摄到驾驶舱、客舱内部所有机组成员撤离过程中的动作。此外,安装拾音器以采集机舱内外声音信息,以备试验后局方验证试验的符合性。通过计量计时系统以保证精度至少达到 0.01 s。监控不能满足记录要求时,人工计时需

要除了演示开始和结束的時刻之外,还要记录舱门完全开启、第一个人着地、每个出口最后一人着地等时间<sup>[11]</sup>。

## 3 试验过程

局方通过机上检查批准应急撤离试验后,演示过程必须由 CAAC 按照 TBD《应急撤离演示大纲》现场监控,模拟运输类飞机在应急情况下,完成飞机最大乘坐量的乘员在 90 s 内从飞机撤离至地面的演示试验。参试者座位若无特殊要求,必须随机安排。参试人员可穿带有编号的罩衫就坐在对应位置,机组成员以及参试者必须坐在指定座位上,系紧安全带,在有要求的情况下需系紧肩带。就坐完毕,舱门关闭,客舱内灯光变暗,一段时间后,在没有任何警告的情况下,关闭客舱灯光,演示开始。

工作人员可在滑梯底部引导旅客向指定疏散区域撤离,此过程不能干涉试验进程,不得加速撤离速率。试验现场需安排救护车和救护人员随时待命。若出现异常情况或人员受伤,可以按照已有的处理程序进行救援<sup>[11]</sup>。以最后一名乘员撤离到指定撤离位置为准,撤离试验即告结束。

## 4 试验后

应急撤离试验完成后,撤离时间超过 90 s 记为试验失败。撤离试验若在 90 s 内完成,局方需对试验过程、飞机内外部红外线录像、试验录音等进行审查判定,是否极大程度上实现此审查机型的真实撤离状态。若发现问题,局方保留拒绝批准的权利;若经局方审查判定试验过程有效,即此机型的应急撤离试验获得局方认可。最终,申请人向 CAAC 提交《应急撤离演示符合性验证报告》。

## 5 结束语

应急撤离作为运输类飞机发生可生还事故后的最后一道安全保障,应急撤离试验在运输类飞机合格认定过程中的重要性不言而喻。本文以试验为出发点,结合运输类飞机适航规章的要求,提出一套较全面的对参试人员、试验布局和申请人的试验要求,包括:前期准备、机上检查、试验中及试验后。随着目前新机型的不断涌现,且现有机型存在

较大程度的再设计。必将会在本文的基础上,提出一套更完备且详细的应急撤离演示试验的试验要求,以支持和保障应急撤离试验顺利完成。

### 参考文献

- [1] Safety Regulation Group. CAP 780: aviation safety review-2008[M]. England: Civil Aviation Authority, 2008.
- [2] Xue Z, Bloebaum C. A particle swarm optimization based aircraft evacuation simulation model-vacate air[C]. 46th AIAA Aerospace Sciences Meeting and Exhibit, Reno, Nevada, 2008.
- [3] Final Rule. Recodification and new Part 25, Docket No. 5066; Amendment No. 25-0[S]. Federal Register: 1964.
- [4] Final Rule. Special review: transport category airplane airworthiness standards docket No. 24344 amendment No. 25-72[S]. Federal Register: 1990.
- [5] Federal Aviation Regulations(FAR). Part 25-Airworthiness standards: transport category airplanes, amendment 117[S]. USA: FAR, 2004.
- [6] 中国民用航空局. CCAR-25-R4 运输类飞机适航标准 [S]. 北京: 中国民用航空局, 2011.  
Civil Aviation Administration of China. CCAR-25-R4 Airworthiness standards for transport aircraft [S]. Beijing: CAAC, 2011. (in Chinese)
- [7] 汪萍. 空客 A380 应急撤离试验[J]. 民用飞机设计与研究, 2006(3): 10-13.  
Wang Ping. Airbus A380 emergency evacuation test[J]. Civil Aircraft Design and Research, 2006(3): 10-13. (in Chinese)
- [8] Collins W E, Wayda M E. Index to FAA office of aerospace medicine reports: 1961-2014 [R]. DOT/FAA/AM-15/1, Civil Aerospace Medical Institute, 2015.
- [9] Tan C F, Chen W, Rauterberg G W M. Total design of low cost aircraft cabin simulator [J]. Croatia, 2010(9): 1721-1728.
- [10] 刘明. 民用飞机应急撤离适航要求研究[J]. 机械设计与制造工程, 2017, 46(5): 79-81.
- Liu Ming. Research on airworthiness requirements for emergency evacuation of civil aircraft[J]. Mechanical Design & Manufacturing Engineering, 2017, 46(5): 79-81. (in Chinese)
- [11] 王敏, 吴洋, 周琳. 提高应急撤离地面演示参试者安全性的研究[J]. 民用飞机设计与研究, 2017(2): 20-24.  
Wang Min, Wu Yang, Zhou Lin. Research on participant safety improvement in emergency evacuation demonstration [J]. Civil Aircraft Design and Research, 2017(2): 20-24. (in Chinese)
- [12] 王黎静. 飞机人因设计[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2015.  
Wang Lijing. Aircraft human factors design[M]. Beijing: Beihang University Press, 2015. (in Chinese)
- [13] Air Accidents Investigation Branch. Report on the accident to Boeing 737-236 series 1, G-BGJL at manchester international airport on 22 August 1985[R]. AAIB Aircraft Accident Report, London: Air Accidents Investigation Branch, 1988.
- [14] 蒋龙富. 民用飞机应急撤离及救生设备的设计要求研究[J]. 技术与市场, 2015, 22(8): 19-21.  
Jiang Longfu. Research on design requirements for emergency evacuation and life-saving equipment of civil aircraft [J]. Technology and Market, 2015, 22(8): 19-21. (in Chinese)

### 作者简介:

宋娜(1995—),女,硕士研究生。主要研究方向:航空器适航审定技术。

陈琨(1984—),男,博士,讲师。主要研究方向:航空器适航审定技术。

冯振宇(1966—),男,博士,教授。主要研究方向:航空器适航审定技术。

解江(1982—),男,博士,助理研究员。主要研究方向:航空器适航审定技术。

(编辑:马文静)