

DOI: 10.19416/j.cnki.1674-9804.2018.02.024

# 民用飞机驾驶舱应急逃生出口 设置适航要求研究

## Airworthiness Study of Flightcrew Emergency Exits Arrangement

严立浩 张 洁 孙 稳 张 厦 / YAN Lihao ZHANG Jie SUN Wen ZHANG Sha  
(上海飞机设计研究院, 上海 201210)  
(Shanghai Aircraft Design and Research Institute, Shanghai 201210, China)

### 摘 要:

民用飞机驾驶舱逃生出口设计是飞机设计的一个重要方面,其中应急出口设置的合理性对机组人员的逃生有着极大影响,受到适航当局的普遍关注。结合 FAA(Federal Aviation Administration)相关咨询通告,研究了 CCAR(Civil Aviation Administration of China)关于民用运输类飞机驾驶舱应急逃生出口的最新适航要求,总结了相关条款的变化内容及相应的适航符合性方法,并就关键注意事项进行解析,对民用飞机设计适航验证有一定的借鉴意义。

**关键词:** 驾驶舱; 应急逃生出口; 适航

**中图分类号:** V223<sup>+</sup>.9

**文献标识码:** A

[**Abstract**] The cockpit emergency exit design is an important aspect in civil aircraft design. The rationality of emergency exit settings, which gets widespread concern by the airworthiness authorities, has a key influence on crew escape. This paper studies the latest CCAR cockpit emergency exit airworthiness requirements of civil aircraft and FAA advisory circular, and summarizes the evolution of the corresponding provisions and compliance validation method. The results show the method can provide useful reference for the civil airworthiness certification.

[**Keywords**] cockpit; emergency exit; airworthiness compliance

## 0 引言

民用飞机驾驶舱应急逃生出口设计是飞机设计的一个重要方面,该出口的设置对机组安全有着直接影响,其设置的合理性直接关系到机组应急撤离时间和逃生能力。历史上发生多次机组启动驾驶舱应急逃生出口的事例,如 2007 年 8 月 20 日,台湾中华航空 120 号班机(737-809 型)降落那霸机场后突然起火爆炸,机上乘客和机组成员全部平安撤离,此次应急撤离中,机组便启用了机头通风窗作为出口顺利完成逃生。

因此,适航条款对民用飞机驾驶舱逃生出口设计的要求是机组应急逃生及验证的一个重要方面,

受到局方及航空工业界的高度关注,也是飞机安全性研究的重要内容。

本文在适航条款关于应急出口相关要求的基础上,总结了驾驶舱应急出口设置要求的演变,分析了相应的演变内容、符合性方法和未来趋势,为民用飞机的驾驶舱应急出口设计及适航验证提供指导。

## 1 条款要求与演变

### 1.1 适航条款要求

针对驾驶舱应急逃生出口设置有直接要求的条款为 CCAR25 § 25.807(j)、§ 25.809(b) 和 § 25.772(a)。现就条款原文和历史背景进行说明。

### 1.1.1 CCAR25 § 25.807 应急出口

(j) 飞行机组应急出口 对于旅客应急出口与飞行机组区的靠近程度不能为飞行机组撤离提供方便和易于接近措施的飞机,以及客座量大于 20 座的所有飞机,飞行机组应急出口应设置在飞行机组区。

此类出口的尺寸和位置应足以使机组能迅速撤离。在飞机两侧必须各有一个出口,或代之以一个顶部带盖舱口。每个出口必须包含一个至少为 483 mm × 510 mm (19 in × 20 in) 的无障碍矩形出口,除非能通过一名典型的机组成员圆满地演示出口的实用性。

### 1.1.2 CCAR25 § 25.809 应急出口的布置

(a) 每个应急出口,包括飞行机组应急出口在内,必须是机身外壁上能提供通向外部的无障碍开口的活动舱门或带盖舱口。

(b) 每个应急出口必须能从内外两侧开启,但如果从飞行机组区域能方便而迅速地接近其它经批准的出口,则该区域的滑动窗户应急出口不必能从外侧开启。在下列条件下,当机身无变形时必须能打开每个应急出口:

(1) 飞机处于正常地面姿态,和在一根或几根起落架支柱折断时的每一种姿态;

(2) 从开门装置启动到出口完全打开,不超过 10 s。

### 1.1.3 CCAR25 § 25.772 驾驶舱舱门

在驾驶舱与客舱之间装有可锁舱门的飞机:

(a) 最大客座量超过 20 座的飞机,应急出口的布局必须设计成使机组成员或旅客都不必通过上述舱门就能到达为他们设置的应急出口;

(b) 必须有措施使飞行机组成员在该舱门卡住的情况下能直接从驾驶舱进入客舱。

(c) 必须有紧急措施使飞行乘务员能够在飞行机组失去能力的情况下进入驾驶舱。

## 1.2 条款历史背景

### 1.2.1 § 25.807 应急出口

经过查证,FAR25.807 条款从 1965 年 FAR25 部颁布之处就开始存在,是从 CAR § 4b.362 继承过来的。需要指出的是,25.807(j) 款内容从 25-72 号修正案开始存在,25-88 号修正案去掉了该款,但 25-92 号修正案再次增加了该款。

### 1.2.2 § 25.809(b)

经过查证,FAR25.809 从 1965 年 FAR25 部颁

布之时就开始存在,是从 CAR § 4b.362 继承过来的,25.809(b) 从未进行过更改。

### 1.2.3 § 25.772

该条款从 1972 年的 FAR25-33 修正案才开始出现,但 25.772 是根据 25-106 号修正案增加的。(a) 款从 25-33 号修正案到 25-106 号修正案无实质改变。

## 2 条款分析与符合性思路

### 2.1 咨询通告参考

#### 2.1.1 § 25.807(j)

AC25-17A《运输类飞机客舱内部设施坠撞安全性手册》对此有如下指导意见,“出口的验收条件至少是由 95% 的男性(高 74 in,约 1.88 m;重 210 lb,约 95 kg)参加演示并至少考虑(用分析方法)一个或多个起落架失效的影响”。

#### 2.1.2 § 25.809(b)

AC25-17A 对该条款解释如下:

“(1) 其它经批准的出口应用作营救人员以协助失去能力的飞行机组人员。如果飞行机组出口不能从左侧外部开启,另外的经批准的出口应在左侧。右侧亦然。

(2) 飞机在停机或不载客时,每个应急出口从内外两侧开启的要求不适用。只要有满意的措施保证在旅客登机前锁是打开的,能防止未经批准而进入的锁是可接受的。这样的措施随飞机的大小和复杂性而变化。除非应急出口位于很远的区域或应急出口很多,开锁状态可能看不见,否则不需要驾驶舱信号装置灯。在出口具有带有红色标记的锁销是满意的。飞机飞行手册在要求锁销打开程序一节应包括飞行前检查单。”

此外,修正案 25-15 针对飞行机组应急出口的辅助设施作如下规定:

“飞行机组应急出口的辅助设施,可以是绳索或任何其它经演示表明适合于此用途的设施。如果辅助设施是绳索或一种经批准的等效装置,则必须满足下列要求:

(i) 辅助设施应连接在应急出口顶部(或顶部上方)的机身结构上,对于驾驶员应急出口窗上的设施,如果设施在收藏后或其接头会减小飞行中驾驶员视界,则也可连接在其它经批准的位置上;

(ii)辅助设施(连同其接头)应能承受 400 lb (180 kg, 1 765 N)的静载荷。”

## 2.2 条款分析

实践中,有种情况需要重视,即飞机客改货,通常服务门被封堵,则该侧机组应急出口是否必须具备机外开启能力呢(假设驾驶舱应急门因素已经考虑)?

根据本文 2.1.2 中 AC25-17A 解释(1),可以看出,毗邻的乘客应急出口与对应侧机组应急出口的机外打开要求有“互补”效应。此规定的意义在于保障无论走哪侧,机外人员都有能力及时营救失能机组。

这一解释对于用通风窗作为机组应急出口的飞机较为有利。在研发实践中,上述机外开启机构由于需要再额外增加联动装置,在结构上需要增加约 3 kg~4 kg 左右质量。而通常登机门/服务门等都具备机外开启能力,综合统筹,取消机外开锁机构系统可以大为减轻结构本身重量。

另一种情况是驾驶舱顶部的逃生门,在工程设计中通常保留有机外开启的装置,是因为:(1)从实际考虑,在机场塔梯等辅助工具下,营救人员可以很方便顶顶营救;(2)由于门本身内外手柄设计的共轴联动性,外手柄在机构设计工程量及重量上并未带来太多负担,故通常予以保留。

关于机组应急出口需要考虑的适航因素如图 1 所示。

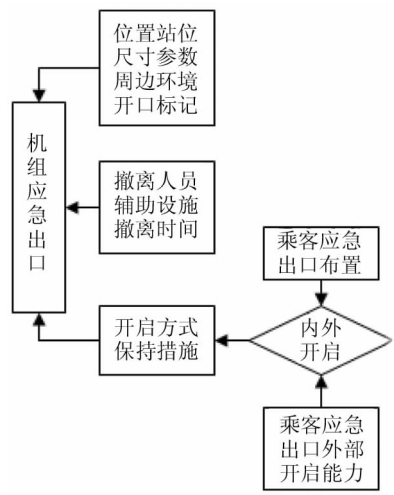


图 1 机组应急出口适航要求示意图

从上文可看出条款本身的制定思路是整体连贯的,符合性思路也应当通盘考虑,诸如机外开锁

等细节必须在设计前期就放在条款要求、服役环境、总体布置中统筹考虑,才能避免后期因为考虑不周带来的额外更改。

## 2.3 符合性方法

根据符合性方法划分,上述适航条款可采用符合性说明 MC1、分析计算 MC2、地面试验 MC5、机上检查 MC7 等方法。

### 1)符合性说明

该部分主要是做功能解释式说明,重点提供飞行机组应急出口的相关设计技术资料,飞机设计描述文档、功能分析文档说明出口的操作机构、观察外部状况的设施、保持出口在打开位置的措施等;此外,通过提供图纸说明飞行机组应急出口的位置站位、尺寸等关键参数。

### 2)分析计算

参照 AC 25.807-1 分析应急出口布置的均匀性。

主要考虑以下两个方面:

(1)根据该项准则,为了缩短撤离时间,就不能让人员绕过某个出口。因此须有合理的撤离量考虑,即驾驶舱应急逃生出口的允许撤离总量,事实上,由于驾驶舱机组人员通常不超过 3 名,因此单侧或者两边开口在此处并非决定性影响。

(2)撤离出口之间的距离,即两个出口的间距均小于机身长度系数,其中机身长度系数为客舱长度除以飞机各旅客区出口单元之和。该处主要是为了论证“易于接近的其他出口”设置的合理性。

此外,根据 AC25-17A 要求,还应当考虑起落架折断情况下对机组应急撤离的影响。

### 3)地面试验

进行飞行机组应急出口实用性验证试验(模拟逃生试验),人体尺寸数据的选取可以参考文件 GJB2873-97 附录 B 中人体数据。

对于该试验,应当选取典型的男女(第 5 百分位女性和第 95 百分位男性)同时考核,试验中,要符合标准为:

(1)男、女性试验人员总撤离时间小于 90 s;

(2)试验成员必须是从飞行机组应急出口爬出并利用救生绳撤离至地面;

(3)试验成员在撤离过程中不会发生因上肢力量不足而造成的不可接受的滑落、摔倒。

该试验的应急照明参考 CCAR-25 附录 J“应急撤离演示”进行。

4) 机上检查

在地面试验的基础上,该处主要对应急出口进行必要的机上检查,检查保持出口在打开位置的措施的有效性。检查开启出口的措施在黑暗中是否易于定位和操作。同时对于开口的标记等也应当一并作记录。

通常地面试验之前该项检查已经完成。

3 典型应急逃生出口设置简介

目前,主流民用客机驾驶舱应急出口承担方式分为两种,一种是机头通风窗,另一种是驾驶舱顶部逃生门。前者通常有波音 737、747、767, A320、330、340 等,后者有波音 787、A350 等。

2.1 采用通风窗承担

某型民用飞机机组应急出口为机头通风窗如图 2 所示。

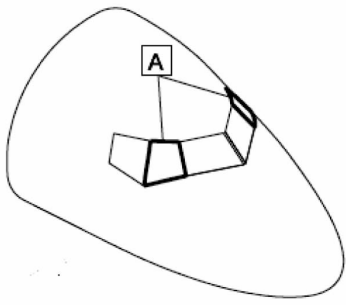


图 2 通风窗布置示意

如图 3、图 4 所示,打开通风窗时,先握住手柄开锁按钮,打开手柄锁,沿顺时针方向转动手柄。打开四把钩子锁,同时通风窗向外滑动,然后推动把手,通风窗沿滑轨向后滑动。在打开位置,通风窗被打开位置锁锁住。

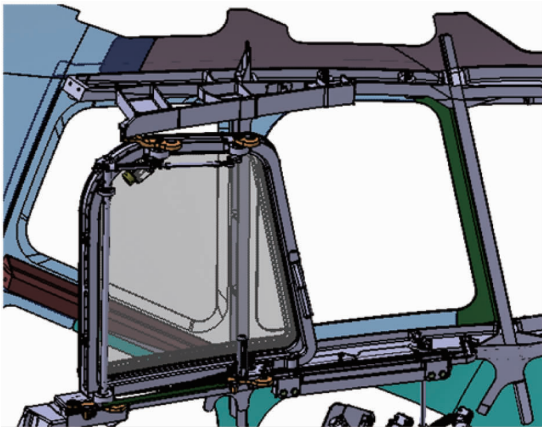


图 3 通风窗开启

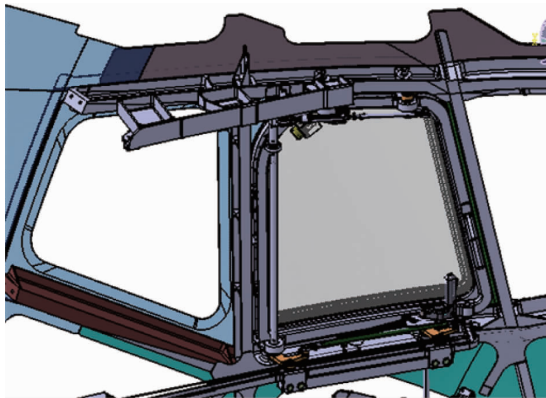


图 4 通风窗关闭

在关闭窗户时,先手拉打开位置锁的拉杆,将打开位置锁打开。手拉把手将通风窗拉到窗框位置,用手逆时针转动手柄,使通风窗向机身外部滑动,同时四把钩子锁上锁。在关闭位置,手柄锁自动上锁,通风窗关闭。

由于该飞机登机门/服务门均可作为应急出口,飞机驾驶员能方便而迅速地接近,根据 25. 809 条款要求,通风窗满足可不从外部开启的适航规定。图 5 为模拟机组应急逃生的试验示意图。



图 5 模拟机组应急逃生

采用上述应急出口有如下特点:

- 1) 在地面状态,方便机组与地勤等沟通;
- 2) 在飞机进场着落阶段,遇到冰雹风雨等影响视野情况,根据适航 25. 773 条款,可以开启窗户作

为视野辅助需求。

## 2.2 采用机顶逃生门承担

某型飞机机组应急撤离出口由驾驶舱机顶逃生门承担,可从外部打开,布置及形式如图 6、图 7 所示。

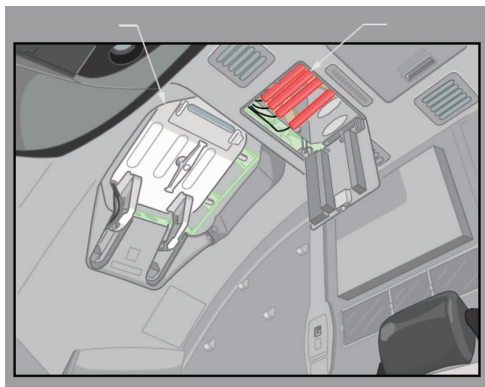


图 6 某型飞机机组应急撤离出口设在舱顶

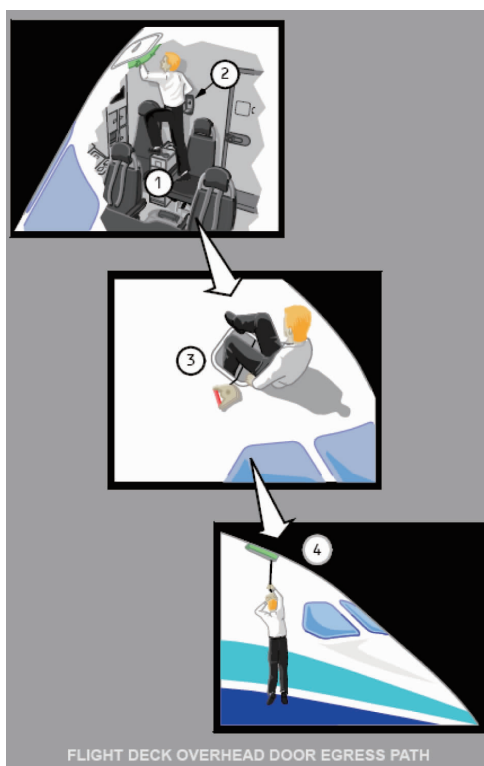


图 7 机组人员从舱顶应急撤离出口逃生

在采用驾驶舱机顶逃生门作为逃生出口时,机组人员应当先通过机头窗观察地面情况(有无着火危险、有无水源等),然后脚踩座椅,从逃生门旁内饰扯下逃离绳(lifeline),转动舱门内手柄解锁,向外推门,向外释放逃生绳并踩在驾驶员座椅上逃出驾驶舱。

上述应急出口有如下特点:

1)大视野商用飞机驾驶舱已经成为流行趋势,在布置上,必然需要广角大面积迎风玻璃,这将极大地增加通风窗设计难度。此外,通风窗本身必须要考虑鸟撞等风险,在强度、重量设计上付出多,技术难度高。因此采用机顶逃生门作为机组应急出口是一种较为理性的选择;

2)考虑到安全性,采用机顶逃生门对飞机本身的离地高度有限制,类似 A380、波音 747 高度的飞机采取机顶逃生门将给机组带来相当大的安全隐患。

## 3 结论

本文通过对适航条款关于民用运输类飞机驾驶舱应急逃生出口设置适航要求进行分析,明确了适航要求、符合性方法及其对飞机设计的影响,结论如下:

1)主流民用客机驾驶舱应急出口承担方式分为两种,一种是机头通风窗,另一种是驾驶舱顶部逃生门,两者均能实现机组应急撤离的需要。

2)采用任何一种作为机组应急出口及机构设计,均应统筹考虑应急撤离要求、相邻应急出口情况、飞机本体高度等。

3)在机组地面试验中,需要考虑到人体因素,同时需要就起落架折断等因素给予分析说明。

### 参考文献:

- [1] 中国民用航空总局. 中国民用航空规章第 25 部 CCAR-25-R4:运输类飞机适航标准[S]. 中国:中国民用航空总局,2011.
- [2] Federal Aviation Administration. Transport Airplane Cabin Interiors Crashworthiness Handbook; AC 25-17A[S]. US;2009.

### 作者简介

严立浩 男,博士在读,高级工程师。主要研究方向:飞机结构设计;E-mail: yanlihao@comac.cc

张 浩 女,硕士,工程师。主要研究方向:飞机舱门设计;E-mail: zhangjie@comac.cc

孙 稳 男,硕士,工程师。主要研究方向:飞机舱门设计;E-mail: sunwen@comac.cc

张 厦 男,硕士,工程师。主要研究方向:飞机舱门设计;E-mail: zhangsha@comac.cc