

民用飞机救生筏储存箱 结构设计思路探讨

Discussion of Design of Life Raft' Storage of Civil Aircraft

贾大伟 刘捷 张维方 / Jia Dawei Liu Jie Zhang Weifang

(上海飞机设计研究院, 上海 201210)

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

摘要:

民用飞机的救生筏是飞机应急着陆时使用的一种救生设备,需要有专门的储存箱来存放。详细地阐述了救生筏安装的适航要求,同时结合具体型号,以客舱天花板式储存箱为例,对救生筏储存箱的设计思路进行了探讨,并对其进行了人机功效分析。

关键词:民用飞机;救生筏;存储箱;设计思路

中图分类号:V244.2

文献标识码:A

[**Abstract**] Life Raft is one kind of life saving equipment during emergency landing of civil aircraft, and it needs to be placed in a special storage box. In this paper, the airworthiness requirements on life raft are thoroughly interpreted. The design idea of life raft stowage box is discussed and the ergonomics analysis are elaborated in details, specifically taking main cabin ceiling stowage as example and incorporating with specific type.

[**Key words**] civil aircraft; life raft; storage box; design idea

0 引言

救生筏作为民用飞机水上迫降的应急设备,可以用于机上乘员的水上救生。中国民用航空规章第121部(CCAR121)^[1]规定当飞机需要进行超过50n mile的跨水延伸飞行时,机上必须要配备有足够数量的救生筏。

对于在舱内配备的全部应急设备,不管是机组人员使用的,还是旅客使用的,都必须有相应的存放设施。救生筏作为一种应急设备,当在飞机上配备时,就必须相应地设计储存箱来容纳和安装救生筏。救生筏在飞机上安装时,可以借用其他设备来存储,也可以单独设计储存箱来存储。

1 救生筏在飞机中的安装位置

民用飞机的救生筏在飞机上的安装主要有两个位置:客舱行李箱、客舱顶部天花板。

1.1 行李箱安装

当救生筏存放在行李箱里时,要尽量存放在离各个使用救生筏的应急出口(这些出口应该是通过水位计算后,确定在水上迫降时其门槛高度位于水位线上的出口)最近的行李箱里。这些行李箱里要求不能有卡死救生筏,而导致其无法快速甚至不能取出的设计特征,并且也不能有使其意外损坏的设计特征,如尖锐突出物等。

救生筏存放在行李箱里能直接利用现成空间,节省额外设计专门存储箱的相关成本。但救生筏占据了一些行李箱,牺牲了部分的可用行李箱空间。

1.2 客舱顶部天花板安装

当救生筏安装在客舱顶部天花板上时,除需要满足类似行李箱存放时的要求外,还需要具有足够的强度以保证在应急着陆载荷下不致造成破损或致使救生筏脱落伤及机上乘员。

救生筏安装在天花板上不需要占据行李箱空

间,可以最大化地给乘客提供行李存放空间。但却需要设计专门的储存箱来存放,设计本身较为复杂,各种成本相应也会增加。

2 救生筏布置的相关适航要求

中国民用航空规章第 25 部 (CCAR25)^[2] 对救生筏有如下要求:

25.1411 安全设备总则

(a) 可达性:机组应急使用的安全设备必须易于接近。

(b) 存放设施:必须备有存放所需应急设备的设施,该存放设施必须满足下列要求:(1)布置得使应急设备可以直接取用,而且其位置明显可见;(2)能保护安全设备免受无意中的损坏。

(d) 救生筏:(2)救生筏必须存放在出口附近,在意外水上迫降时能够通过该出口投出生筏。

3 救生筏储存箱的相关适航要求

中国民用航空规章第 25 部-运输类飞机适航标准 (CCAR25) 对救生筏储存箱有如下要求:

- 25.301 载荷 (a);
- 25.303 安全系数;
- 25.305 强度和变形 (a)、(b)、(c);
- 25.307 结构符合性的证明 (a);
- 25.561 应急着陆情况总则 (b1、b3)、(c);
- 25.611 可达性措施 (a);
- 25.625 接头系 (a1、a2、a3)、(b1、b2)、(c);
- 25.787 储存舱 (a)、(b);
- 25.789 客舱和机组舱以及厨房中物件的固定 (a);
- 25.853 座舱内部设施 (a)、(d);
- 25.1541 标记和标牌总则 (a)、(b);
- 25.1557 其它标记和标牌 (a)。

4 救生筏储存箱的设计思路

救生筏储存箱是为储存救生筏而设计的,所以首先需要确定救生筏在飞机上的安装位置。

4.1 救生筏在飞机上的安装位置

救生筏在飞机上的安装位置应满足 CCAR25.1411 安全设备总则中 (a) 可达性的要求。救生筏作为一种应急使用的安全设备应能够让机组人员易于接近,最好安装在机组人员就座的座椅附近,力求做到伸手可及,或要求其可直接取用,而无任何

干扰物;如果有,也必须是轻易可以移开的。

某型号飞机上安装的救生筏安装在后服务区的顶部天花板上,此位置靠近后乘务员座椅位置,能够满足易于接近的要求。如图 1 所示。

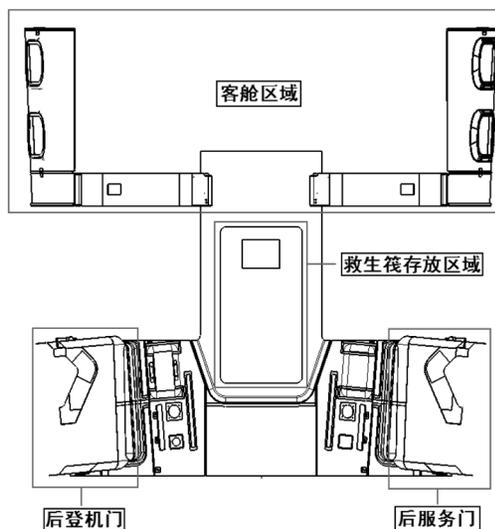


图 1 救生筏存放位置

救生筏布置在后服务区天花板上也能满足 CCAR25.1411(d) 救生筏 (2) 的要求。后服务区天花板位置靠近后登机门和后服务门,满足救生筏存放在出口附近的要求,在出现意外而作水上迫降时能够通过这些出口投放救生筏。

4.2 救生筏存储箱的布置要求

CCAR25.1411 安全设备总则 (b) 存放设施要求:必须备有存放所需应急设备的设施,该存放设施必须满足下列要求:(1)布置得使应急设备可以直接取用,而且其位置明显可见;(2)能保护安全设备免受无意中的损坏。

根据此要求,当把救生筏布置在后服务区天花板位置时,应专门设计储存箱来储存救生筏。储存箱是一个可打开的封闭盒体,通过支架安装在后服务区部位的机体结构上。此储存箱设计有可开关的门,以方便救生筏的直接取用。将其设计成封闭的形式,可保护其免受无意中的损坏。

CCAR25.1411 总则 (b) (1) 还要求救生筏位置明显可见,结合 CCAR25.1541 标记和标牌总则和 CCAR25.1557 其它标记和标牌的要求,在储存箱上应设置相应的标记标牌使其能明显可见。

除适航条款要求外,由于后服务区还布置着其他的系统及设备,因而储存箱应与其他相邻的系统及设备保持一定的距离,比如在某型号飞机上,这

些间距要求至少为 1in。

4.3 救生筏尺寸及重量的确定

在确定救生筏及其储存箱安装位置确定后,应确定拟存放的救生筏的打包重量及打包尺寸作为救生筏储存箱设计的前提输入。

4.4 救生筏存储箱的载荷要求

CCAR25 对救生筏储存箱结构的要求包括:CCAR25. 301 (a) 载荷、CCAR25. 303 安全系数、CCAR25. 305 强度和变形、CCAR25. 307 结构符合性的证明、CCAR25. 611 可达性措施、CCAR25. 625 接头系数等通用性要求。根据 CCAR25. 561 应急着陆情况总则的要求,在应急着陆情况下,储存箱(包括其接头)应能承受以下极限惯性载荷:(i) 向上,3.0g;(ii) 向前,9.0g;(iii) 侧向,对于机身为 3.0g;(iv) 向下,6.0g;(v) 向后,1.5g。

储存箱(包括接头)应满足以上通用性要求及应急着陆时的载荷要求。在应急情况下,救生筏不能脱离储存箱而(i)直接伤及乘员;(ii)穿透油箱、管路或损坏相邻系统而引发火灾或伤害性的爆炸;(iii)使应急着陆后使用的任何撤离设施失效。因此通常要在储存箱中设计绑带,捆绑住救生筏,使其不能自由运动。

CCAR25. 787 储存舱及 25. 789 客舱和机组舱以及厨房中物件的固定也作了类似的要求,即应急着陆载荷要求及救生筏绑定要求。

除适航要求外,在一般正常飞行情况下,储存箱门在打开及关闭时需要考虑一定的任意载荷(abuse load)及操作力,储存箱门打开也具有一定的角速度要求,如在某型号上,此角速度不能超过 15°/s。

4.5 救生筏存储箱材料要求

救生筏储存箱应采用质轻的复合材料来制造。此复合材料由于使用在客舱内部,因而也应满足 CCAR25. 853(a)、(d)条款的要求。

25. 853(a)条款是关于材料阻燃试验的,对于储存箱的制造材料,应对其按 CCAR25 部附录 F 第 I 部分《表明符合 25. 853 条或 25. 855 条的试验准则和程序》进行 60s 垂直燃烧试验。

25. 853(d)条款针对材料热释放率试验及烟密度试验,对于储存箱制造材料,应对其按 CCAR25 部附录 F 第 IV 部分《测定热辐射下客舱材料热释放速率的试验方法》进行热释放率试验;同时对产生的烟雾按 CCAR 25 部附录 F 第 V 部分《测定舱内材

料发烟特性的试验方法》进行烟密度试验。

此外,根据一些民用飞机的设计要求,应进行烟雾毒性试验。烟雾毒性试验也有一些试验标准,如 HB7066《民机机舱内部非金属材料燃烧产生毒性气体的测定方法》^[3]。

4.6 救生筏存储箱门开关的耐久性要求

CCAR25. 787 储存舱(b)中:如果用于客舱和机组舱中储存舱的上述措施是带锁闭的门,其设计必须考虑到服役中预期的磨损和性能下降。

救生筏存放在储存箱中,由于在一定的情况下需要取出,因而储存箱设计有可以开关的门,此门通过锁闭关闭。出于安全方面的考虑,在每一个飞行开始时,需要打开储存箱门对救生筏进行安全检查,因而门上的锁闭需要考虑服役中预期的磨损和性能下降。在某型号民用飞机上,此门锁闭的使用寿命要求等同于同一飞机上行李箱门锁闭或盥洗室门锁闭的使用寿命。

5 某型号飞机上救生筏使用的人机功效及应急撤离分析

下面就以某型号飞机上的救生筏布置为例进行人机功效及应急撤离分析。

救生筏在某型号飞机上的布置位置如图 2 所示。后服务区后面是后厨房,左前方和右前方是两个后盥洗室,再往前部是客舱区域,救生筏布置在后服务区天花板上,此区域非常接近后登机门和后服务门。

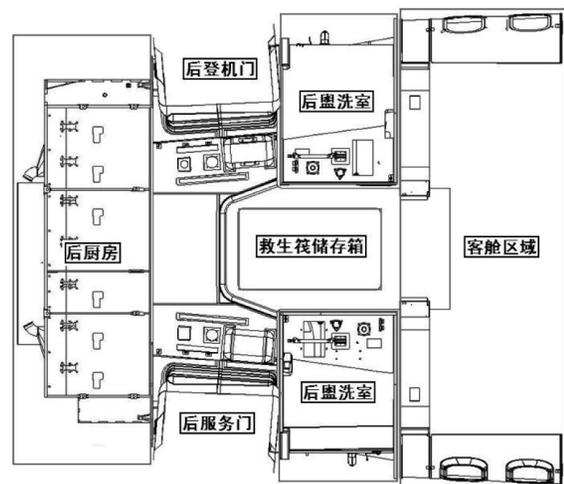


图 2 救生筏存放位置

救生筏储存箱门打开时可以朝向后厨房,也可以朝向客舱区域。一般情况下,在救生筏布置位置与后厨房之间的距离比较大时,可以将储存箱门朝

向后厨房。这一布置可使救生筏从储存箱里取出后,快速地被投放到飞机外面。但是当救生筏与后厨房位置比较小时,储存箱门打开后,救生筏难以取出,此时箱门开口就只能朝向主客舱。在本例中,此门开口朝向主客舱。

如图3所示,一个乘务员打开救生筏储存箱,储存箱打开时最低点的高度距离地板为1250mm。这样,乘务员可较容易地打开储存箱,取出救生筏。两个乘务员在打开箱门后合力将救生筏抬出飞机。

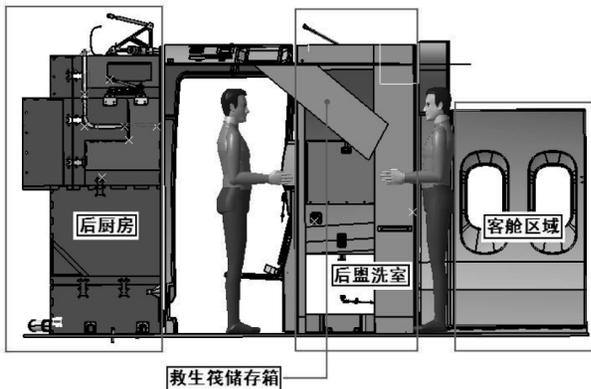


图3 救生筏取出状态

6 结论

本文介绍了民用飞机救生筏在飞机上的位置布置情况,分析了两种布置的优缺点。同时结合具体的飞机型号,以天花板式救生筏储存箱为例,结合民航相关法律法规的要求,详细地阐述了救生筏储存箱的结构设计要求及思路,可为其它飞机型号上救生筏存储箱的设计提供一定的参考。

参考文献:

- [1]中国民用航空局. CCAR121-R4 中国民用航空规章第121部:大型飞机公共航空运输承运人运行合格审定规则[S].北京:中国民用航空局,2010.
- [2]中国民用航空局. CCAR25-R3 中国民用航空规章第25部:运输类飞机适航标准[S].北京:中国民用航空局,2001.
- [3]HB7066 民机机舱内部非金属材料燃烧产生毒性气体的测定方法[S].1994.

(上接第22页)

严重程度 \ 发生概率	经常	可能	偶然	不太可能	极不可能
灾难性的	避免	②③④	①⑧		⑦
危险性的		⑤	⑨		
重大的		高	⑥		
较小的			中		
对安全无影响的					低

图2 首飞风险评估结果

3 结论

本文从飞行试验危险识别、风险分析、风险控制措施和风险管理等方面进行了研究,建立了一套适用于民用飞机试飞的风险评估方法和步骤。

为检验本文提出的风险评估方法的合理性,本文以民用飞机首飞为例进行了风险评估,提出了飞机偏出或冲出跑道、飞机失去控制、低高度失速、发动机失效或异常、尾部擦地、轮胎爆破或

着火、鸟撞、起落架无法放下、重着陆等多项潜在危险,对各项危险进行了分析后给出了相应风险措施。

并根据各危险评估结果可知,民用飞机首飞为高风险试飞,符合民机试飞实际情况,使用本文的方法进行民机试飞风险评估可以发现主要的潜在风险、制定的相应风险降低措施和应急处理措施可基本满足试飞风险管理需要,可用于保障首飞安全。

参考文献:

- [1]刘东亮,刘镭等.基于试飞员操纵特性的试飞科目风险定量评估[J].飞行力学,2010,28(3):82-88.
- [2]中国民用航空局航空器适航审定司. AP-21-AA-2014-31R1 航空器型号合格审定试飞安全计划[Z].2014.
- [3]FAA Order 4040.26B. Aircraft Certification Service Flight Test Risk Management Program[S].FAA National Policy, 2013.