

DOI: 10.19416/j.cnki.1674-9804.2023.01.023

民机机组氧气面罩快速佩戴适航验证要求研究

黄晶琪*

(上海飞机设计研究院,上海 201210)

摘要: CCAR25.1447(c)(2)(i)条款明确了机组氧气面罩快速佩戴的要求,满足该要求对于民用飞机氧气系统适航取证至关重要。对民用飞机机组氧气面罩快速佩戴的适航验证要求进行了研究,从条款解读、机组氧气面罩设计和布置要求、适航验证要求和适航验证方法等方面进行了分析,条款中的机组氧气面罩快速佩戴要求本质上是为了保证飞行机组在各种可预期的应急情况下能够及时获得必要的缺氧保护,同时不影响对飞机的操作。对于机组氧气面罩快速佩戴适航验证要求,试验方法既要能包容多变的人为因素,又能综合体现佩戴试验结果。目前 FAA 有一份咨询通告指导了该条款的符合性验证要求和详细方法,在研究 FAA 相关咨询通告的基础上,提炼总结出了开展机组氧气面罩快速佩戴的适航验证方法,为国内民用飞机机组氧气面罩快速佩戴的适航验证工作提供参考。

关键词: 机组氧气面罩;快速佩戴;适航要求;验证方法

中图分类号: V245.3⁺¹

文献标识码: A

OSID: 

0 引言

民用飞机机组氧气面罩主要用于在座舱失压、有烟雾或着火时为飞行机组提供应急用氧。通常机组氧气面罩配备有充气头带和充气按钮,使用者可单手佩戴面罩,并正确固定和密封在脸部。CCAR25.1447(c)(2)(i)条款明确了机组氧气面罩快速佩戴的要求,满足该要求对于民用飞机氧气系统适航取证至关重要。

本文对民用飞机机组氧气面罩快速佩戴的适航验证要求进行了研究,分别从条款解读、适航验证要求和适航验证方法等方面进行分析。目前 FAA 有一份咨询通告指导了该条款的符合性验证要求和详细方法,本文在研究 FAA 相关咨询通告的基础上,提炼总结出了开展机组氧气面罩快速佩戴的适航验证方法,为国内民用飞机机组氧气面罩快速佩戴的适航验证工作提供参考。

1 条款原文

根据《中国民用航空规章第 25 部运输类飞机

适航标准》(以下简称 CCAR25 部),民用飞机机组氧气面罩快速佩戴要求相关的条款为 CCAR25.1447(c)(2)(i),其条款原文如下^[1]:如果申请运行高度超过 7 600 m(25 000 ft)的合格审定,则必须有符合下列规定的分氧设备:在驾驶舱内值勤的每一位飞行机组成员,必须拥有连接至供氧接头的速戴型分氧装置,且必须当机组成员坐在自己工作位置上时可以立即取用,该分氧装置的设计与安装应满足下列要求:能用单手在 5 s 内把分氧装置从其待用位置上取下戴到脸上,正确地固定好,密封妥当并按需要供氧,而不碰掉眼镜或延误执行应急任务。

2 条款解读

2.1 条款修订历史

1985 年 12 月 31 日发布了 CCAR25 部初版,其中包含第 25.1447 条,该条款参考了 14CFR 修正案 25-41 中的 25.1447 的内容制定^[2]。14CFR 修正案 25-41 中提议对 25.1447(c)(1)项进行了讨论与解释,并最终确定首次发布版本。

* 通信作者. E-mail: huangjingqi@comac.cc

引用格式: 黄晶琪. 民机机组氧气面罩快速佩戴适航验证要求研究[J]. 民用飞机设计与研究,2023(1):140-144. HUANG J Q. Airworthiness certification requirements of quick donning for crew oxygen masks of civil aircraft[J]. Civil Aircraft Design and Research,2023(1):140-144(in Chinese).

2001年5月14日发布的CCAR25部的R3版对第25.1447条进行了第1次修订,本次修订参考了14CFR修正案25-87的内容^[3],对25.1447(c)(3)(ii)增加了34 000 ft以上的座舱高度下,飞行机组氧气面罩的调节器应为压力肺式或其它经批准的设备。

2011年11月7日发布的CCAR25部的R4版对第25.1447条进行了第2次修订,本次修订参考了14CFR修正案25-116的内容^[4],对25.1447(c)(4)修订,要求手提式供氧设备的氧气面罩与设备本身相连。

截止到CCAR25部的R4版,该条款共修订过2次。修订内容均不涉及CCAR25.1447(c)(2)(i)条款,未对机组氧气面罩快戴要求进行过修订。

2.2 条款安全意图

本条款的意图是确保机组人员在各种可预期的应急情况下能够及时获得必要的缺氧保护,同时不影响对飞机的操作。

2.3 中外条款差异分析

中、美、欧、俄条款关于机组氧气面罩快戴要求的原文内容(25.1447(c)(2)(i))均无差异。

EASA在AMC 25.1447(c)(2)中指出^[5],除非要求飞行员在飞行高度超过25 000 ft时就戴上氧气面罩并呼吸氧气,否则,飞行机组氧气面罩及其储存装置的设计应当能使用单手在不超过5 s的时间内将每个面罩戴上并运行,其后面罩会保持在位,双手均可放开。

3 机组氧气面罩设计和布置要求

3.1 机组氧气面罩设计要求

机组氧气面罩的设计一般需满足CTSO-C78a、CTSO-C89a和CTSO-C99a的要求^[6-8],或等效的TSO-C78a、TSO-C89a和TSO-C99a的要求^[9-11]。其中CTSO-C78a所适用的标准SAE AS 8026《运输类飞机机组人员肺式氧气面罩》在面罩快速佩戴方面对应有详细要求^[12]:

1) 对于面罩贴合性的要求:氧气面罩应有足够的弹性、尺寸和形状,以贴合干净的、无胡须的脸部轮廓;

2) 对于安装位置的要求:I型和II型的面罩存放在盒内,该收纳盒可固定安装(仪表板或者侧壁)或者连接在悬挂装置上。面罩组件必须能在5 s之

内(不干扰眼镜片)单手佩戴完毕。面罩配戴后不能影响飞机内部通信系统机组成员之间的即时交流;

3) 对于眼镜与护目镜的兼容性要求:所有类型的氧气面罩,都应设计成在佩戴眼镜的时候也能够戴上面罩。为了演示本节所述的兼容性,眼镜的宽度和高度分别应不小于152 mm和51 mm。

3.2 机组氧气面罩布置要求

根据SAE AIR 1390,为了便于每位机组人员快速佩戴面罩,机组氧气面罩在驾驶舱内的存放位置应在图1所要求的范围内^[13]。图示为右手取用氧气面罩的存放位置,即以右肩关节为参考点。左手取用氧气面罩时,应以左肩关节为参考点。参照对象的人体模型身高应为1.75 m,正常身材比例。

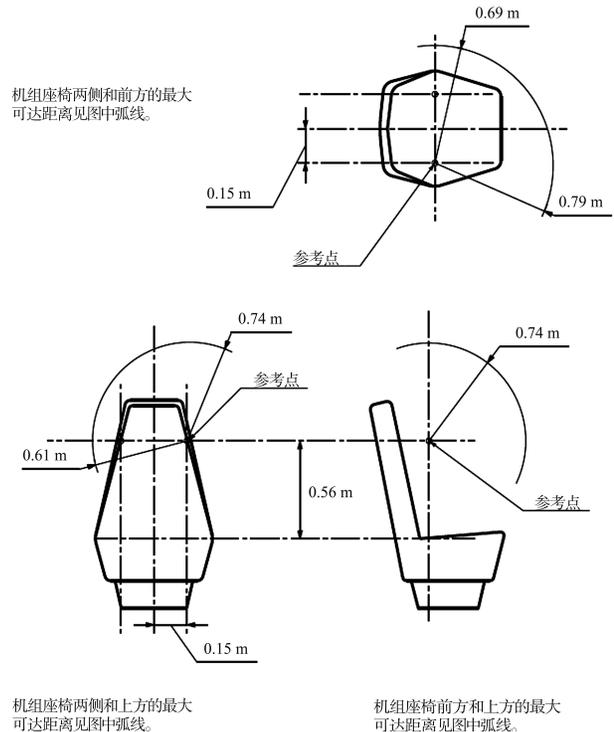


图1 驾驶舱氧气面罩存放位置

4 适航验证要求

4.1 机组氧气面罩产品设计适航验证

机组氧气面罩产品设计的适航验证目的是验证面罩的设计满足CTSO-C78a或等效的TSO-C78a的要求,验证方法一般为试验室试验(MOC4)。这部分适航验证一般由机组氧气面罩的产品供应商负责开展,本节不做详细介绍。

4.2 机组氧气面罩装机后的适航验证

机组氧气面罩装机后的适航验证是飞机制造商用于表明 25.1447(c)(2)(i) 条款的表明符合性活动。

AC25-7D《Flight Test Guide for Certification of Transport Category Airplanes》中对 25.1447(c)(2)(i) 的表明符合性方法提出了指导意见^[14]。

为了表明 25.1447(c)(2)(i) 条款的要求,需要衡量不同个体的表现,考虑到人为因素是多变的,就需要对每个氧气面罩的佩戴进行多次测试。在判断试验结果能否符合条款要求时,需要同时考虑佩戴氧气面罩的平均时间和不同佩戴时间的差异两个因素。很显然,面罩的平均佩戴时间应满足 5 s 要求。但可能出现平均佩戴时间未超过 5 s,却有一半或以上的试验结果大于 5 s 的情况。因此,针对试验结果的分布情况,制定一个合格判据很重要,以确保面罩能较一致地在 5 s 内完成佩戴。

试验验证要求如下:

1) 每当氧气面罩、存储位置或存储方式被确定或发生改变时,需要对相应位置进行佩戴试验。每个试验至少佩戴五次面罩。佩戴试验可以在飞机、模拟机或能代表设计状态的驾驶舱模型中开展。

2) 佩戴试验应在局方试飞员或 DER 飞行员的目击下开展。参试人员可以是有资质的飞行员,但不是必须的。

3) 在每个佩戴试验开始前,正、副驾驶员应根据目视定位仪调整座椅位置至标准眼位,扣好安全带和肩带,一只手应位于飞机操纵杆或方向盘上,另一只手位于油门杆上。其他飞行机组(例如:观察员)可根据具体情况确认合适的座椅位置和手的位置。参试人员的任意一只手都可以用来佩戴面罩。

4) 由于 25.1447(c)(2)(i) 要求在不干扰眼镜的情况下满足 5 s 快速佩戴的要求,所有参试人员必须在试验期间佩戴眼镜。试验时可以使用白天的照明条件,除非驾驶舱的布置和照明系统表明在夜间照明条件下的定位和拿取面罩可能有困难。

5) 当计时人员宣布试验开始时,启动计时;当氧气面罩正确地密封在飞行员脸上,且没有碰掉眼镜时,停止计时。确认试验开始和面罩密封妥当的方法由参试人员自行决定。秒表或其他合理准确的计时方法均可用于试验的计时。

6) 对于每个位置的试验,合格判据如下:平均佩戴时间不超过 5 s,且大于 5 s 的试验数据应不超过总试验次数的 20%。

5 适航验证方法分析

为了表明 25.1447(c)(2)(i) 条款的符合性,需要开展适航验证活动,表明机组氧气面罩的快速佩戴符合适航规章要求。对于机组氧气面罩产品符合 CTSO-C78a 或等效 TSO-C78a 的试验室试验(MOC4),一般由机组氧气面罩的产品供应商负责开展,本节不做详细分析。

根据前文分析以及实践经验,民用飞机机组氧气面罩快速佩戴适航验证试验方法分析如下:

1) 试验目的:一般情况下,每一款新的机型申请适航合格审定时,需要进行机组氧气面罩的快速佩戴试验验证,以表明该机型对 25.1447(c)(2)(i) 条款的符合性。

2) 试验类型:试验可选择在飞机、模拟机或驾驶舱模型中开展。因此,验证试验类型一般为机上地面试验(MOC5)、飞行试验(MOC6)或模拟器试验(MOC8)。

3) 试验构型:开展试验所在的飞机、模拟机或驾驶舱模型中的机组氧气面罩、面罩箱以及驾驶员座位等设备的构型和相对位置能代表设计状态。在某些情况下,氧气面罩在面罩箱内是否正确存储也会影响面罩的顺利拿取,因此在讨论设计状态时,除了需要研究设备的构型和相对位置,面罩的存储状态也可以按需作为设计状态的一部分进行研究。此外,每当氧气面罩、存储位置或存储方式发生改变时,均需要重新表明对条款的符合性,符合性方法可以是重新试验,也可以是依据已有的试验结果进行分析说明。具体的符合性方法由审查方确定。

4) 试验人员:对于参试人员,可以是有资质的飞行员,这不是必须的要求,但是参试人员需要熟悉机组氧气面罩的基本佩戴操作。这是因为符合性验证活动需要考虑飞机的实际使用场景,机组氧气面罩的使用者是飞行员,因此对于如何佩戴和使用机组氧气面罩,应该具备一定的理论基础和实操经验;对于目击人员,应在局方试飞员或 DER 飞行员的目击下开展。这是因为机组氧气面罩的佩戴要求“正确地固定好且密封妥当”,没有定量的合格

判据可以判定参试人员是否佩戴妥当,需要具有使用经验的局方试飞员或 DER 飞行员来进行定性的判断。

5) 试验条件:试验一般可以使用白天的照明条件。

6) 试验实施要求:

a) 每次佩戴试验开始前的要求:正、副驾驶员应根据目视定位仪调整座椅位置至标准眼位,扣好安全带和肩带,一只手应位于飞机操纵杆或方向盘上,另一只手位于油门杆上。其他飞行机组(例如:观察员)可根据具体情况确认合适的座椅位置和手的位置。此要求对应了 25.1447(c)(2)(i) 条款背后的安全意图,验证的是飞行机组在正常执行飞行任务时,应急情况下能够快速佩戴氧气面罩,及时获得必要的缺氧保护。

b) 参试人员拿取和佩戴面罩的要求:条款和咨询通告中均没有限定使用哪只手,也没有要求两只手均需要满足,一般情况下参试人员使用离面罩箱近的手来拿取和佩戴面罩。这种情况也符合实际场景:若飞行员单手就近拿取机组氧气面罩和操纵飞机相冲突(例如操纵杆和机组氧气面罩均在同一侧),当飞机发生紧急情况时,正、副驾驶员需要配合操纵飞机,在其中一人操纵飞机时,另一人佩戴氧气面罩,待完成佩戴后交换操作。因此机组氧气面罩快速佩戴试验仅需使用离面罩箱近的手来拿取和佩戴面罩。

c) 参试人员佩戴眼镜要求:所有参试人员在面罩佩戴时,必须佩戴眼镜,试验不限定眼镜的种类,但大小应满足 SAE AS 8026 的要求,即眼镜的宽度、高度分别应不小于 152 mm、51 mm。第 25.1447(c)(2)(i) 条款要求佩戴面罩时“不碰掉眼镜”,这同样对应了其条款背后的安全意图,验证飞行机组在佩戴面罩时不影响对飞机的操作,不会延误执行应急任务。

d) 试验计时要求:一般情况下,试验的开始可以由计时人员或参试人员通过口令来宣布,参试人员开始单手佩戴面罩,计时人员开始计时;当参试人员认为面罩已完成佩戴并密封妥当后,可用约定好的手势示意计时人员,计时人员停止计时,局方目击人员检查确认面罩的佩戴情况。

7) 试验合格判据:根据 AC25-7D 的要求,每个位置都要进行至少 5 次试验,对于每个位置的试验,

合格判据为:平均佩戴时间不超过 5 s,且大于 5 s 的试验数据应不超过总试验次数的 20%。对于试验次数,由于机组氧气面罩快速佩戴试验需要衡量不同个体的表现,考虑到人为因素是多变的,就需要对每个氧气面罩的佩戴进行多次测试。每个位置 5 次的试验次数是最低要求,这种情况下大于 5 s 的试验数据应不超过 1 次。在试验条件允许的情况下,应尽可能多开展佩戴试验,以最大可能减少人为因素的影响,体现机组氧气面罩快速佩戴试验的真实结果。

6 结论

本文研究了民用飞机机组氧气面罩快速佩戴的适航验证要求,针对对应的适航条款 CCAR25.1447(c)(2)(i) 进行了解读,条款背后的安全意图是确保机组人员在各种可预期的应急情况下能够及时获得必要的缺氧保护,同时不影响对飞机的操作。

为了满足机组氧气面罩快速佩戴要求,机组氧气面罩的设计需满足 CTSO-C78a 所适用的标准 SAE AS 8026 的要求,机组氧气面罩在驾驶舱内的布置需满足 SAE AIR 1390 的要求。

本文在研究 FAA 相关咨询通告的基础上,提炼总结出了开展机组氧气面罩快速佩戴的适航验证方法,既能包容多变的人为因素,又能综合体现佩戴试验结果,为国内民用飞机机组氧气面罩快速佩戴的适航验证工作提供参考。

参考文献:

- [1] 中国民用航空局. 中国民用航空规章第 25 部 运输类飞机适航标准: CCAR-25-4[S]. 北京: 中国民用航空局, 2011.
- [2] FAA. Airworthiness review program, Amendment No. 5: equipment and systems amendments; Amendment No. 25-41[S]. U. S.: FAA, 1977.
- [3] FAA. Standards for approval for high altitude operation of subsonic transport airplanes; Amendment No. 25-87[S]. U. S.: FAA, 1996.
- [4] FAA. Miscellaneous cabin safety changes; Amendment No. 25-116[S]. U. S.: FAA, 2004.
- [5] EASA. Certification specification and acceptable means of compliance for large aeroplanes: CS-25[S]. European: EASA, 2017.
- [6] 中国民用航空局. 机组人员肺式氧气面罩: CTSO-C78a[S]. 中国: 中国民用航空局, 2017.

- [7] 中国民用航空局. 机组人员肺式氧气调节器: CTSO-C89a[S]. 中国: 中国民用航空局, 2014.
- [8] 中国民用航空局. 驾驶舱(固定位置)机组人员保护性呼吸装备: CTSO-C99a[S]. 中国: 中国民用航空局, 2019.
- [9] FAA. Crewmember demand oxygen mask: TSO-78a[S]. U. S. : FAA, 2008.
- [10] FAA. Crewmember oxygen regulators, demand: TSO-89a[S]. U. S. : FAA, 2008.
- [11] FAA. Flightdeck (sedentary) crewmember protective breathing equipment: TSO-99a[S]. U. S. : FAA, 2008.
- [12] SAE. Crewmember demand oxygen mask for transport category aircraft: AS 8026 A[S]. U. S. : SAE, 2016.
- [13] SAE. Convenient location of oxygen masks for both the crew and passengers of aircraft: AIR 1390 A[S]. U. S. : SAE, 2015.
- [14] FAA. Flight test guide for certification of transport category airplanes: 25-7D[S]. U. S. : FAA, 2018.

作者简介

黄晶琪 男, 硕士, 工程师。主要研究方向: 民用飞机氧气系统设计及验证。E-mail: huangjingqi@comac.cc

Airworthiness certification requirements of quick donning for crew oxygen masks of civil aircraft

HUANG Jingqi *

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

Abstract: CCAR25.1447(c)(2)(i) specifies the requirement for the quick donning of crew oxygen masks. Meeting this requirement is very important for airworthiness certification of civil aircraft oxygen system. This paper studies the airworthiness certification requirements of quick donning for crew oxygen masks of civil airplanes. It is analyzed from the aspects of regulation explanation, design and location requirement of crew oxygen masks, airworthiness certification requirements and method of compliance. Requirement for quick donning of crew oxygen masks in regulation is to ensure that flight crew members have necessary anoxic protection in case of emergency and without disturbing the pilot duties of airplane. The certification test method for crew oxygen masks quick donning should show the performance of donning test involving the variable human performance. FAA has some detail requirements for the certification test. Based on this requirement of FAA, this paper summarized a method for compliance certification test of quick donning so as to provide the guidance for compliance certification test of quick donning for crew oxygen masks.

Keywords: crew oxygen mask; quick donning; airworthiness certification requirements; method of compliance

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