

文章编号:1674-8190(2013)01-090-07

# 民用飞机飞行机组操作程序设计探讨

谢辉松

(中国商用飞机有限责任公司 上海飞机设计研究院,上海 201210)

**摘要:** 飞行机组操作程序是飞行员完成驾驶舱操作任务的基础,对于确保飞机安全飞行具有重要的意义。参考民用航空领域若干典型的驾驶舱操作研究成果,并结合实际工程经验,提出了飞行机组操作程序设计的一般流程、方法,包括制造商在操作程序设计中,对适航规章、设计技术和运营经验等方面的内容。提出的设计流程和方法可用于指导民用飞机飞行机组操作程序设计。

**关键词:** 操作程序;飞行机组;民用飞机;飞机设计;持续适航

中图分类号: V328.1

文献标识码: A

## Discussion on the Design of Flight Crew Operating Procedures for Civil Airplanes

Xie Huisong

(Shanghai Aircraft Design and Research Institute, Commercial Aircraft Corporation of China, Ltd., Shanghai 201210, China)

**Abstract:** Flight crew operating procedures, which are the basis of performing flight deck operational tasks for pilots, are of important significance in the airplane safety flight. Consulting the research achievements of flight deck operations in civil aviation field and relating to the actual engineering experience, a general process and method for flight crew operating procedures design are presented, including the considerations of airworthiness, design technical and operating experience during the manufacture operating procedures design. The design flow and method provided can be used as a guideline in civil airplane flight crew operating procedures design.

**Key words:** operating procedures; flight crew; civil airplane; aircraft design; continuous airworthiness

## 0 引言

飞行机组操作程序是由飞机制造商制定并推荐的,用于指导飞机运行人员安全、有效地完成对特定飞机的操作。因此,飞行机组操作程序是驾驶舱操作的脊梁,是确保飞机安全飞行最直接、最重要的因素之一。

在国外,如 FAA、CAA 和 NASA 等政府和学术研究机构的许多学者均对操作程序的某一方面内容进行了重点研究,提出驾驶舱程序设计的“原

理、政策、程序和实践”(即“4P”)理论<sup>[1]</sup>,检查单使用和设计中的人为因素考虑<sup>[2-3]</sup>,检查单设计、表现及使用要求和建议<sup>[4-5]</sup>以及驾驶舱文件的排版要求<sup>[6]</sup>。而在国内,除了一些适航规章<sup>[7-10]</sup>条款对操作程序提出基本要求外,尚无这方面的专项研究和建议。

虽然,研究操作程序设计并没有任何捷径可言,但是探讨一个合适的民用飞机飞行机组操作程序设计的流程和方法,无疑对漫长、单调、昂贵的设计过程<sup>[1]</sup>来说是迫切和必要的。本文未对程序设计的某个专项进行研究,而是通过综合现有国内外研究成果,结合工程实际经验,从飞机设计的顶层开始,试图从程序获取、程序编制和修改、程序评估和测试、程序验证、批准和交付使用五方面对民用

收稿日期:2012-09-03; 修回日期:2013-01-05

通信作者:谢辉松, xiehuisong@comac.cc

飞机飞行机组操作程序设计的流程和设计方法进行探讨。

### 1 操作程序简介

飞行机组操作程序为飞行机组操作飞机提供指南,是为完成某一特定目的,而提供的一种按部就班的方法。

一般地,操作程序可分为正常程序、非正常程序和应急程序<sup>[11-12]</sup>。正常程序指与系统工作正常有关的程序(特殊气象条件下的运行或特殊运行,如 RVSM 运行、CAT II 运行等,广义上也可归为正常程序),特别指与例行航线飞行相关的操作,包括每次飞行都要完成的工作项。非正常程序和应急程序的主要区别在于对程序动作执行时间要求的快、慢。应急程序是指要求机组快速反应,并采取措施,以保护飞机和乘员免遭严重伤害的程序。非应急程序是由于系统或部件失效而要求机组采取措施,以维持飞机在一种可接受的适航水平,继续安全飞行和着陆的程序。

按照表现形式和使用的不同,操作程序可以分为详细驾驶舱操作程序和检查单两种。详细驾驶舱操作程序是飞行机组操作手册的重要组成,主要用于飞行机组训练、培训;而检查单为飞行机组完成操作、核实和记忆提供帮助,它主要包括那些可能被机组遗忘,且对飞行安全至关重要的动作、项目。

用于描述飞行机组操作程序常见的手册包括飞机飞行手册 (AFM)、飞行机组操作手册 (FCOM)、检查单、飞行机组训练手册 (FCTM) 和标准操作程序 (SOP)。AFM 包括飞机按适用适航审定基础取证所获得的经批准的使用限制、操作程序和性能数据。FCOM 是以批准的飞机飞行手册为基础,详尽地描述飞机及其系统的特性和操作,主要包括使用限制、操作程序、性能以及系统介绍的内容。检查单则包括正常检查单、应急和非正常检查单;正常检查单包括日常飞行操作中,按飞行阶段依次完成的动作、项目,用于核实飞机关键项目已经完成,以确保飞行的每个阶段飞机状态正常、设置正确;快速检查单即应急和非正常检查单包括飞行机组用于处理非正常情况的检查单,以维持一种可接受的适航水平。FCTM 提供在飞行操

作和飞行技术方面的信息和建议,以支持飞行机组操作手册中所列的程序,帮助飞行员安全、高效地完成这些程序。SOP 为所有飞行机组,尤其是为不熟悉彼此经验和技术的机组建立良好的驾驶舱资源管理提供有效、具有可操作性的基础,以保证安全飞行;它还应包括标准化的机组简令和机组喊话。

各个手册关系如图 1 所示。

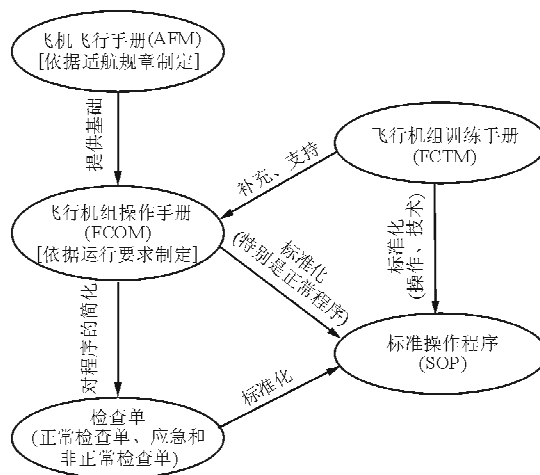


图 1 飞行员使用手册之间的关系

Fig. 1 Relation of several pilot's manuals

综上所述,由于用途上的差异,操作程序在不同手册中有不同的区别和侧重点,但对于驾驶舱操作程序的设计流程、设计方法则是一致的。本文所描述的操作程序设计是基于飞行机组操作手册中的操作制定的,其他手册中的程序可参照本文提供的流程和方法进行设计,并根据用途进行个性化设计。

## 2 程序设计与开发

### 2.1 程序获取

程序获取即明确需要制定一些程序。Asaf Degani<sup>[3]</sup>提出了用任务分析的方法进行检查单设计,类似地,对于飞行机组操作程序我们也可以采用相似的方法获取程序。将飞行员操作飞机从起始地到目的地作为一个任务。首先假定飞行员正常操纵飞机的任务要求,确定飞机在正常运行时需要的任务,即对应正常程序,这种任务一般按飞行阶段划分,从而获取对应各个飞行阶段的程序要

求,如发动机起动前程序、发动机起动后程序等;其次假定飞机在各种可预期的特殊运行条件下的任务要求,包括诸如双发延程运行(ETOPS)、缩小垂直间隔标准(RVSM)、区域导航(RNP)等与运行规章中的运行类型相关的特殊运行以及极端气象条件下的运行,即对应补充程序,如寒冷天气下的运行、高原运行、极地运行等;最后假定飞机在系统失效下的任务要求,即对应非正常程序和应急程序,包括各种可能的系统失效的运行,这类运行可从飞机的发动机指示和机组告警(EICAS)信息以及飞机的功能危险性分析(FHA)结果出发来获取。

采用任务分析的方法,初步确定飞机在预期运行的各种可能场景,获得操作程序设计的初步需求定义。操作程序需求定义描述了飞机将来可能的运行场景,体现飞机运行能力和设计特点,从某种程度上也直接反映了飞机航线适应性能力,但同时这也受制于制造商的设计技术水平、飞机取证能力和客户服务能力。

系统地制定并规划操作程序需求定义是进行程序设计的第一步。程序设计过程贯穿于飞机设计、试飞乃至飞机运行的整个过程。飞机的操作程序是针对特定机型制定的,因此程序本身除了具有普遍性外,还有一定的专用性。程序设计需求定义中,在采用任务分析方法的同时还应该立足于飞机的工程设计,包括对飞机市场定位、安全性分析和取证活动,结合飞机制造商的设计、取证和客户服务能力,制定合理的操作程序需求定义。通过掌握飞机的市场定位可以清楚地获得飞机适用的机场、航线和特殊运行要求,确保飞机操作与系统设计相适应,从而制定确切的程序需求,如高原运行、ETOPS运行、Ⅱ类进近等。结合飞机的安全性分析,可以检查已有程序需求的完整性,确保飞机运行安全,这也正是程序设计的最终目标。安全性分析对于获取无EICAS信息指示的非正常程序是非常必要的。飞机的取证活动通常对程序需求产生一定的影响,如增加或删减某些程序,这是因为飞机的操作程序是“经验”积累的结果。通过一系列的工程设计活动所建立的程序需求足以满足飞机在预期的不同条件下(包括正常的日常运行、特殊运行以及非正常条件下的运行)运行的要求,即保

证飞机运行的安全、经济、环保和旅客舒适的要求,从而完成程序设计中程序获取阶段的工作。

在飞机试飞或交付客户使用过程中也可能对程序获取提出更改要求。比如,在试飞中发现与设计分析的差异,为保证运行要求,可能需要增加或删减某些程序项目;在客户使用过程中,由于运行经验的提升或运行中发现的设计缺陷等,为满足安全要求,由制造商提出或按照局方要求补充特定程序。

## 2.2 程序编制和修改

在明确程序需求定义后,程序设计者应根据飞机设计中相关系统的限制、能力,同时结合以往的运行经验和兼顾电子检查单(若有)使用,为每个程序条目编制具体的操作内容(即程序的处理过程和程序实施)。对于新的飞机制造商,比如该飞机制造商还未拥有在航线运营的飞机,其运行经验一方面可借鉴现有航线的相似机型的运行经验,另一方面还可以充分发挥首家启动用户(一般是实力比较强的航空公司)的相似运行经验。通过借鉴和使用运行经验或相似运行经验,可以极大地提高操作程序的实用性和安全性。同时,程序编制中应考虑到程序的灵活性,尤其使用自动化的程序,要做到程序准确、清楚、一致,同时兼顾飞机运行特点、程序简令、通信以及机组工作量、工作时机等要素<sup>[1]</sup>。需要特别说明的是,对于同一个程序,由于飞机运行特点,比如是长航程运行还是短途运行,其程序内容的具体程度不同。一般地,对于长航程运行,由于每天飞行次数较少,对于程序中的检查条目可以相比短途运行的适当详细些。这样做既不会过多地增加机组日常工作量,还有利于提高程序的标准化,减少飞行机组检查失误的可能性。

程序编制过程中还应该满足相应规章和咨询通告的要求,如编制飞行手册的程序应满足CCAR25部25.1585条和AC25.1581-1的要求“飞行手册中的操作程序包括在正常和非正常条件下,安全地操作特定机型所必须的、最少的信息”,“那些不直接与适航相关的或不在飞行机组操纵范围内的程序不应包括在飞行手册中”。同时还要根据该机型试验、试飞结果对受影响程序进行及时补充、完善。在编制飞行机组操作手册和快速检查单

程序时,其内容不得与飞机飞行手册中的相关内容冲突,同时还应满足 AC91-11《航空器持续适航文件要求》对飞行机组操作手册的要求“为飞行机组提供了在所有预计航线飞行过程中安全有效地操纵航空器所必需的使用极限、程序、性能和系统资料,航空器制造厂家可根据航空器飞行手册编制飞行机组操作手册,以建立具体的标准化程序和动作,同时也可作为航空器改装训练、复训和熟练检查的一个全面参考和复习指南”。

程序的编制和修改是一个涉及范围广、经历时间长而又事关飞行安全的大事。在程序的编制和修改中往往需要多方面的专业人员共同参与,包括熟悉飞机系统的首飞试飞机组、设计工程师、人为因素专家以及技术出版物专家。程序设计中需要着重考虑人为因素,这无论对于飞机设计还是程序设计,都非常重要,而且这也越来越受到飞机制造商、局方的关注。关于程序设计中考虑人为因素方面的信息,可参考 NASA《驾驶舱检查单人为因素:正常检查单》、CAA CAP676《关于应急和非正常检查单设计、表现和使用指南》和 FAA《航空器检查单使用与设计过程中的人员能力考虑》。在上述 NASA 文章中给出了正常检查单人为因素方面的分析并最后提供正常检查单设计指南清单;在 CAA 文章中则提供了检查单审查工具,对于应急和非正常程序的设计是大有裨益的;在 FAA 文章中则比较完整地介绍了航空器检查单设计和使用中与人员能力相关的信息,并给出检查单设计指南。

总之,操作程序在继承以往飞机运行经验,尤其是使用相似运行经验时,不能因参考借鉴而丢弃原飞机的系统优势。程序设计者应具有继往开来的品质,在借鉴、使用以往经验的同时,充分考虑现有的飞机系统设计特点,着重考虑六方面的程序设计要求。

#### (1) 操作程序应与飞机及其系统特性相适应

驾驶舱布局、驾驶舱设计理念、系统自动化程度、系统操作特点等将会直接影响操作程序的设计。如操作程序的设计应符合驾驶舱布局特点,对于仅在驾驶舱左侧设置前轮转弯手轮的飞机,在程序设计中应避免将滑行阶段的飞机操纵任务分配给右座;操作程序的驾驶舱巡视流程一般应遵循驾

驶舱顶部板、中央操纵台、左右操纵台、飞行仪表板等驾驶舱主要的几何布置特点。

#### (2) 操作程序文字表述应规范

如简令应简短、清楚;喊话应精简、明确;程序中对驾驶舱开关和操纵器件的描述应与其标记一致;程序表述不应过于冗长;程序不应使用模糊的措词;程序中使用的术语应是广泛的可接受的并在整个使用中是一如既往的。

#### (3) 操作程序中机组工作量要合理

要求操作程序设计中应考虑机组工作量的要求,包括机组分工(明确谁来操作程序、谁来读程序、谁来执行对程序完成的响应),统筹驾驶舱资源管理的分配,与程序简令和机组通信相协调,同时充分考虑系统自动化程度。

#### (4) 操作程序时间、空间分配合理

如操作程序任务排序应与飞机内外部活动并行,即与客舱机组、地面机组、加油人员和机场人员等的活动相协调;操作程序应符合系统操作逻辑并遵循一定的驾驶舱检查流程顺序,尽可能将影响飞行安全的关键项目放在每个程序的最前面,应避免飞行员进行飞机操作时反复的抬头、低头、摆头;操作程序应符合飞行时机的要求,避免在飞行关键阶段给飞行员分配不当的机组工作量;操作程序应具有一定的容差错能力,允许飞行员适时纠正已被发现的失误。

#### (5) 操作程序应满足人为因素要求

如操作程序使用条件应明确,防止机组误用不恰当的程序;操作程序无论是纸质文本还是电子显示,均应满足飞行员在驾驶舱环境下的阅读需求。

#### (6) 操作程序设计应符合适用的运行规范要求

如操作程序中,在飞行关键阶段应要求机长接通旅客告示信号和标牌;当怀疑或确认客舱高度超过 10 000 ft,应要求每一飞行机组使用氧气;应要求机组按规定关闭和锁定驾驶舱门(这里所列举的要求见 CCAR-121 部相关条款)。

此外,还应做好操作程序的修改、反馈沟通机制。特别地,在研发试飞中(见 2.3 程序评估和测试),应做好试飞员如实执行程序操作的监督手段,保证程序在试飞中最大程度地被使用并获得检验;同时做好试飞员对所实施程序的意见反馈途径,以

便试飞员将在飞机实践操作中获得的 firsthand 经验更好地服务于程序开发。

操作程序修改可能来自以下三方面：①程序评估和测试中的反馈；②程序验证中的反馈；③使用用户反馈，如试飞员、航空公司。

### 2.3 程序评估和测试

完成程序的初始编制后，程序设计者应召集安全专家、设计工程师、飞行员(包括首席飞行员和其他航线飞行员)和人为因素专家，通过书面以及借助铁鸟台、航电台、工程模拟器等现有的工程设计辅助试验台对程序进行初始评估和测试，以考核程序是否符合系统操作逻辑；是否达到预期的操作目的，满足相应的飞行任务要求；初步评估是否具有合适的机组工作量以及程序本身具有一定的容错能力。对于不满足要求的程序应该重新进行修改、评估和测试。

进行书面评估时应考虑以下四方面：

(1) 邀请系统设计工程师，结合飞机及其系统特性、操作逻辑，评价操作程序的逻辑性、准确性。

(2) 邀请出版物专家、人为因素专家对纸质(或电子)形式的操作程序通过书面表达进行人因性能的评估。

(3) 邀请安全性专家，对操作程序设计合理性、完整性进行评估。

(4) 邀请试飞员，结合操作程序的场景和目的，评估操作程序的可操作性、有效性；分析程序的输入(即程序中要求飞行员实施的动作以及飞行员需要通过眼睛、耳朵获取与操作相关的必要信息)、输出(即飞行员按要求实施动作后必要的系统反馈信息以及必要的机组交流信息)是否满足飞行员执行任务的要求。

以上书面评估内容并不是孤立的，根据每个程序评估需求还可以成立专家组，进行综合性评估、并行评估。

操作程序完成书面评估后可进行实物测试，即借助现有的工程设计辅助试验台，如铁鸟台、航电台、工程模拟器等进行测试。采用哪种试验台种类对哪些程序进行测试取决于对以下因素的综合考虑：

(1) 在工程设计中，一般地，每个试验台仅实

现飞机的部分功能的测试。因此，需要分析可用试验台的功能可以满足哪些操作程序的测试要求。

(2) 进行测试安全性、风险性的评估。尤其对于非正常程序的测试，应分析所使用的试验台是否存在潜在的不安全因素，包括对试验台和参试人员的安全影响。

(3) 测试所要付出的经济代价。此项取决于程序测试中所付出的人力成本、项目时间进度要求以及所承担的其他花费。

(4) 被测试程序的复杂性。对于只具有比较单一的系统功能的试验台可以用来测试比较简单的、牵涉系统较少的操作程序；而对于能够实现多个系统交联的试验台则用来测试复杂的、综合性较强的操作程序。

在首飞之前，还可以根据飞机项目的进展情况，对不影响飞机及其系统安全而又不能在现有工程设计辅助试验台上完成的程序进行地面机上测试。

通过一系列的评估和测试，操作程序已可用于对试飞员的机组培训并比较满意地指导其在研发试飞中完成驾驶舱操作，为飞机试飞提供必要的安全保障。

在研制试飞中，结合试飞任务，还需要对相应的操作程序进行测试。这对于每个机型，尤其是新机型操作程序都是一个极其宝贵的经验。应做好试飞员操作程序修改、反馈机制(见 2.2 程序编制和修改)，确保沟通渠道畅通、有效。同时，在研发试飞中，对于已取得的测试结果还应做好留取证据的工作，包括试验时飞机的构型状态、试验任务大纲、试验结果记录等以便将来向局方申请对程序验证的符合，减少不必要的试飞架次，节约试飞成本。

### 2.4 程序验证

程序验证是程序设计的另一项重要工作，以满足规章取证要求。程序验证可通过分析/计算、地面试验、试飞、模拟器试验等多种方法实施，目的是向局方表明所提供的程序，尤其是飞机飞行手册中所提供的操作程序是已证实的，可以被批准。

程序验证方法选择应遵循以下原则：

(1) 验证方法的适用性

除规章明确要求或局方指定用飞行试验或机

上地面试验的方法进行验证外,尽可能使用飞机以外的验证而不使用飞机验证;尽可能使用地上试验而不使用飞行试验。

(2) 验证方法的简单性

在获取的试验结果足以表明预期验证目的时,尽可能选择一个或若干个简单方法的组合而不采用一个复杂的试验方法。

(3) 验证方法的经济性

应从人力成本、项目时间成本、经济代价综合考虑,选择节约成本的方法。

(4) 验证方法的安全性

应从试验成败的风险性、试验中的危险性进行考虑,选择安全、可行的验证方法。

综上所述,程序验证所采用的方法取决于对程序验证方法的适用性、简单性、经济性和安全性的权衡,可综合、择优选择并经局方认可。

程序验证工作应尽可能在研发试飞中进行,同时做好验证活动的证据保留工作。在正式验证的试验、试飞中,做好各方面的证据保留工作依然很重要。证据保留形式包括但不限于书面记录、电子数据记录、视频记录。保留的证据包括但不限于被试对象(如飞机、试验台、模型)的构型说明、所测试的主要参数的原始数据、试验/试飞任务书(单)、试验/试飞其他原始数据记录。

2.5 批准和交付使用

根据 CCAR21-R3《民用航空产品和零部件合格审定规定》第 21.7 条以及 CCAR25 部 25.1581 条,飞机飞行手册需经型号审定部门批准的文件;根据 CCAR25 部 25.1529 条,持续适航文件(这里指飞行机组操作手册和快速检查单)应获得认可。

申请人应根据型号合格审定程序要求,提交供局方批准/认可的信息,包括但不限于已编制成册的操作程序、相应的符合性说明报告、局方认为必要的其他信息。

当这些操作程序获得局方批准/认可后方可与飞机一起交付给客户使用。经局方批准的程序(如飞行手册中的操作程序)具有法律效力,任何程序(如飞行机组操作手册、快速检查单中的程序)都不得与之相背。

在交付给客户使用的过程中,制造商应该根据

已建立起的程序反馈机制,及时将与程序相关的技术、经验进行传递,并做好程序实施监控、修改完善等服务工作,同时根据局方适航指令要求完善程序设计工作,确保飞机持续适航。

操作程序设计主要流程和方法如图 2 所示。

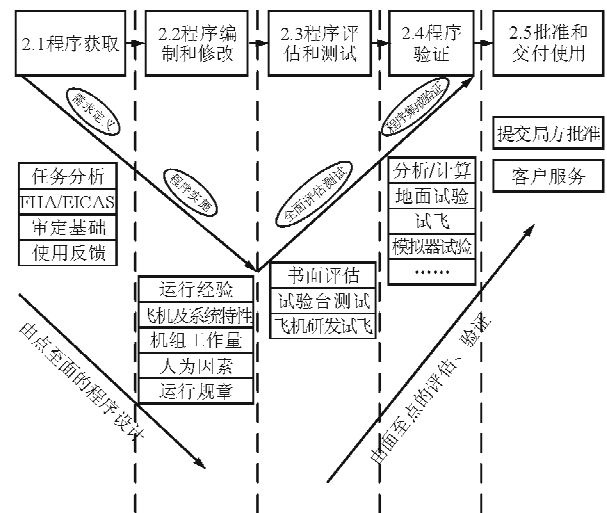


图 2 操作程序设计主要流程和方法  
Fig. 2 Main process and method for operating procedures design

3 结束语

程序设计是一项复杂的系统工程,贯穿于飞机型号发展的各个阶段。程序设计遵循一定的工作流程,采用合适的设计方法,逐步完成程序的需求、实施、评估、测试以及验证工作,才能设计出一套系统的、符合逻辑的、有效的、安全的操作程序,满足飞机安全飞行的要求。

本文建立的以下主要程序设计流程和方法可用于指导民用飞机驾驶舱程序设计和开发工作,可供操作程序设计相关人员参考使用。

(1) 在程序获取阶段,可采用任务分析的方法结合工程设计结果(如 EICAS、FHA)制定合理的程序需求。

(2) 在程序编制和修改阶段,基于使用经验,即以往飞机的运行经验,结合本飞机及其系统的设计特点,在满足机组工作量、人为因素及运行规章要求的基础上,落实程序实施。

(3) 在程序评估和测试阶段,可有效利用书面评估、试验台测试和飞机研发试飞等方法,完成程序的全面评估和测试。

(4) 在程序验证阶段,可充分利用各种符合性验证方法,安全、经济、有效地获得程序的集成验证。

(5) 在程序批准和交付使用阶段,事先应充分地局方获得沟通,准备完整的待批准信息。同时,在程序使用中还应做好程序的客户支持、服务工作。

### 参考文献

- [1] Asaf Degani, Earl Wiener. On the design of flight-deck procedures[EB/OL]. (1994)[2012-09-03]. <http://ti.arc.nasa.gov/m/profile/adevani/>.
- [2] FAA. Human performance considerations in the use and design of aircraft checklists[EB/OL]. (1995)[2012-09-03]. <http://www.faa.gov/>.
- [3] Asaf Degani, Earl Wiener. Human factors of flight-deck checklists; the normal checklist[EB/OL]. (1990)[2012-09-03]. <http://ti.arc.nasa.gov/m/profile/adevani/>.
- [4] CAA. CAP676; Guidance on the design, presentation and use of emergency and abnormal checklists[EB/OL]. (2006)[2012-09-03]. <http://www.caa.co.uk>.
- [5] CAA. CAP708; Guidance on the design, presentation and use of electronic checklists[EB/OL]. (2005)[2012-09-03]. <http://www.caa.co.uk>.
- [6] Asaf Degani. On the typography of flight-deck documentation[EB/OL]. (1992)[2012-09-03]. <http://ti.arc.nasa.gov/m/profile/adevani/>.
- [7] 中国民用航空局. 民用航空产品和零部件合格审定规定(CCAR-21-R3)[EB/OL]. (2007)[2012-09-03]. <http://www.caac.gov.cn/B1/B6/>.  
Civil Aviation Administration of China. Certification procedures for products and parts(CCAR-21-R3)[EB/OL]. (2007)[2012-09-03]. <http://www.caac.gov.cn/B1/B6/>. (in Chinese)
- [8] 中国民用航空局. 运输类飞机适航标准(CCAR-25-R4)[EB/OL]. (2011)[2012-09-03]. <http://www.caac.gov.cn/B1/B6/>.  
Civil Aviation Administration of China. Airworthiness standards; transport category airplanes(CCAR-25-R4)[EB/OL]. (2011)[2012-09-03]. <http://www.caac.gov.cn/B1/B6/>. (in Chinese)
- [9] 中国民用航空局. 一般运行和飞行规则 CCAR-91-R2[EB/OL]. (2007)[2012-09-03]. <http://www.caac.gov.cn/B1/B6/>.  
Civil Aviation Administration of China. General operating and flight rules CCAR-91-R2[EB/OL]. (2007)[2012-09-03]. <http://www.caac.gov.cn/B1/B6/>. (in Chinese)
- [10] 中国民用航空局. 大型飞机公共航空运输承运人运行合格审定规则(CCAR-121-R4)[EB/OL]. (2010)[2012-09-03]. <http://www.caac.gov.cn/B1/B6/>.  
Civil Aviation Administration of China. Large aircraft public air transport carrier operating certification rules(CCAR-121-R4)[EB/OL]. (2010)[2012-09-03]. <http://www.caac.gov.cn/B1/B6/>. (in Chinese)
- [11] FAA. Airplane flight manual(AC25.1581-1)[EB/OL]. (1997)[2012-09-03]. <http://www.faa.gov/>.
- [12] 中国民用航空局飞行标准司. 航空器的持续适航文件要求(AC-91-11)[EB/OL]. (2008)[2012-09-03]. <http://www.caac.gov.cn/B1/ZXTG/>.  
CAAC Flight Standards Division. Aircraft continuous airworthiness document requirement(AC-91-11)[EB/OL]. (2008)[2012-09-03]. <http://www.caac.gov.cn/B1/ZXTG/>. (in Chinese)

### 作者简介:

谢辉松(1980—),男,硕士研究生,工程师。主要研究方向:飞行类手册开发、驾驶舱设计、人为因素等。

(编辑:赵毓梅)