

飞机飞行模拟机鉴定性能标准分析

Analysis of Appraisal Performance Standard to Airliner Flight Test Simulator

刘旭华 关爱锐 张强 / 中国飞行试验研究院

摘要: 简要介绍了飞机飞行模拟设备的鉴定和使用规则的主要内容,着重对飞机飞行模拟机鉴定性能的标准进行了分析,给出了客观鉴定标准与数据试飞之间的关系。

关键词: 民用飞机; 飞行模拟机; 鉴定标准

Keywords: airliner; flight test simulator; appraisal qualification

0 引言

近年来,随着我国民用飞机的飞速发展,为了对飞行模拟设备进行鉴定和持续监督检查,保证其达到并持续符合相应等级的飞行模拟设备鉴定性能标准,中国民用航空局于2005年3月7日公布了《飞行模拟设备的鉴定和使用规则》(CCAR60部)。该规则规定,为满足中国民用航空规章规定的训练、检查和飞行经历要求,使用或提供飞行模拟设备的任何人都应当遵守此规则的规定。在60部附录A中,对飞机飞行模拟机的一般要求、客观测试、主观测试,以及风切变训练的鉴定要求进行了详细规定和解释。

1 CCAR60部的内容简介

CCAR60部共分为A~F六章,以及A~E五个附录。具体内容为:总则;飞行模拟设备鉴定的申请、受理和颁证;飞行模拟设备鉴定;飞行模拟设备运行要求;罚则;附则。五个附录分别为:附录A飞机飞行模拟机鉴定性能标准;附录B飞机飞行训练器鉴定性能标准;附录C直升机飞行模拟机鉴定性能标准;附录D直升机飞行训练器鉴定性能标准;附录E定义和术语。

CCAR60部对飞行模拟设备从申请、鉴定、运行要求,到对飞行模拟设备运营人的要求和罚则都进行了详细而明确的规定。在附录中,CCAR60部对飞机/直升机飞行模拟机/飞行训练器性能鉴定提出了详细、明确的要求,并对一些特殊情况(如地面效应、风切变等)下的模拟机的鉴定要求进行了单独说明。

2 CCAR60部的主要特点

1) 格式编排规范,方便适用和修改。CCAR60部采用我国民用航空规章通行的格式,各章排序使用英文字母顺序,各条款号采用规章编号(60)后加条款号并隔号排列。条款中,款的序号为英文小写字母加圆括号,项的序号为阿拉伯数字加圆括号,目的序号为罗马小写数字加圆括号。

2) 规章内容全面,涉及了飞行模拟机设备鉴定的申请、受理和颁证,飞行模拟设备鉴定、运行要求以及对设备运营人的附则等方面,并以附录的形式对飞机/直升机飞行模拟机/飞行训练器的鉴定性能标准进行了详细说明和解释。

3) 对不同等级飞行模拟设备鉴定的要求差异表述明确、细致。飞行模拟机划分为A、B、C、D四个等级,飞行

训练器划分为1、2、3、4、5、6个等级。在CCAR60部附录中,对于各等级不同的鉴定要求,通过模拟设备的最低要求、客观测试等方面进行了明确、细致的鉴定要求说明。

3 飞机飞行模拟机鉴定性能标准分析

3.1 飞机飞行模拟机的一般要求

该附件分为概则和模拟机最低要求两个部分。

在概则中,对飞行模拟机和视景系统的符合性和能力声明提出了要求,并对模拟机最低要求包含的内容进行了简要介绍。

模拟机的最低要求主要涉及驾驶舱一般构型、模拟机编程、设备操作、教员或检查人员使用的设备、运动系统、视景系统以及声音系统等方面。

1) 驾驶舱一般构型

要求模拟机应当是所模拟飞机驾驶舱的全尺寸复制品。

2) 模拟机编程

对模拟机编程所要达到的最低要求进行了界定,主要包括所模拟飞机的空气动力学特性模拟、地面效应模拟、风切变模型的要求,模拟机测试其程序和硬件

的手段,运动系统、视景系统和驾驶舱仪表的响应,刹车,结冰效应要求等方面。

3) 设备操作

对模拟机运行过程中所涉及的仪表指示、通信导航、所模拟飞机的各系统、操纵力和位移等提出了最低要求。

4) 教员或检查人员使用的设备

要求为教员或检查人员在驾驶舱内提供合适座位,并为其教学或检查安装必备机构来控制模拟机或检查模拟机的各项功能。

5) 运动系统

要求模拟机提供满足其等级的运动系统,可以提供10种特殊效果编程,D级模拟机还要求能提供驾驶舱内能感觉到的特殊抖振运动。

6) 视景系统

要求模拟机能够提供各种气象条件、飞行条件、飞行状态等因素组合下的视景系统。

3.2 飞机飞行模拟机的客观测试

CCAR60部在其附录A的附件2中,对飞机飞行模拟机的客观测试提出了测试要求和测试标准。在测试要求中,规定每项客观测试都应当提供计算机生成的模拟机测试数据,每项测试结果都要与规章第60.23条规定的试飞数据进行比较。同时,测试要求还规定,用于模拟机研制的数据库不但应反映飞机极限重量和重心时的性能和操纵品质,而且能反映中间状态的性能和操纵品质,即要有典型运行重量和重心时的数据。

对飞机飞行模拟机客观测试标准的要求,CCAR60部以表格形式进行规定,分门别类地对每个测试科目所允许的容差、飞行条件、不同模拟机等级的要求以及测试细节进行了详细说明和解释,形式简洁明了,方便阅读,有利于工程人员对客观测试标准的整体把握。

1) 客观测试标准的主要内容

表1 飞机飞行模拟机客观测试标准

序号	主要内容	包含项目
1	性能	滑行;起飞;爬升;巡航;地面减速;发动机
2	操纵品质	静态操纵检查;动态操纵检查;纵向操纵品质;横向操纵品质;着陆;地面效应;刹车衰减;风切变;飞行包线保护功能
3	运动系统	位移最低要求;加速度最低要求;速度最低要求;频率响应;运动提示;支柱协调性;平滑性;声音系统

客观测试标准主要内容如表1所示。

2) 客观测试标准与试飞数据之间关系

CCAR60部第60.23(a)条规定,飞行模拟设备运营人应当向民航局提交航空器制造厂家的试飞数据。这条规定对飞行模拟机客观鉴定所需要的试飞数据提出了总的要求。

飞行模拟机研制过程中,最重要的工作是建立飞机的数学模型,模型需要的主要数据包括工程数据、技术出版物、风洞数据和试飞数据。工程数据主要包括相关机械图纸、数学模型、驾驶舱照片、ICD文件等;技术出版物主要包括飞机线路手册、飞行手册、维护手册等;风洞数据主要包括飞机在各种构型、状态下的吹风数据;试飞数据除了包括客观测试标准中需要的数据外,还需要发动机数据、音响数据等。

工程数据、技术出版物和风洞数据主要用于飞行模拟机早期研制过程,根据这些数据可以进行模拟机数学模型的建立、模拟机软件编制等先期工作。而试飞数据主要用于模拟机模型的验证。飞行模拟机应该能够真实反映所模拟飞机的飞行性能,反映飞机的操纵系统特性,即能够达到模拟所代表的飞机并给驾驶员提供正确的感觉,而这些性能的测试和评定都需要试飞数据的支持。例如,一架真实的飞机在给定条件下,给予一定的输入如脉冲、阶跃等,飞机的反应是固定的;同样的条件如果作为飞行模拟机的输入,其输出的如果与真实飞机的反

映一致,则说明模拟机的模型是正确的,就达到了验证模型的效果。

3.3 飞机飞行模拟机的主观测试

飞机飞行模拟机的主观测试主要用于评估模拟机在典型应用期间的表现能力,以确保模拟机能够满足相应的训练、考试和检查要求。

主观测试由民航局鉴定人根据运营人经批准的手册和检查单,按照主观测试标准中所列的适用于所模拟飞机和模拟机等级的操作科目进行鉴定。通用的主管鉴定科目主要包括飞行前准备、地面操作(发动机起动、滑行)、起飞(正常起飞、非正常或紧急情况)、飞行中操作、进近、着陆等阶段的相关科目。

4 结论

本文基于新支线飞机飞行模拟机数据提取试飞的工作经验,依据对CCAR60部整体的理解,对民用飞机飞行模拟机的鉴定性能标准进行了简要介绍,总结了该标准的特点,并对飞行模拟机鉴定性能标准进行了分析,给出了飞机飞行模拟机客观鉴定标准与飞机飞行模拟机数据试飞之间的关系。

AST

参考文献

[1] CCAR60 飞行模拟设备的鉴定和使用规则[S].中国民用航空局,2005-3.

作者简介

刘旭华,工程师,主要从事飞行动力学及飞行研究。