

文章编号:1674-8190(2018)04-537-07

# CCAR-25 与 CCAR-33 适航审定关系分析

韩冰冰<sup>1</sup>, 李新<sup>1</sup>, 付涵<sup>2</sup>, 滕金芳<sup>2</sup>

(1. 中国民用航空上海航空器适航审定中心 动力装置室, 上海 200335)

(2. 上海交通大学 航空航天学院, 上海 200240)

**摘要:** 开展大型客机动力装置与发动机型号合格审定之间关系的研究对我国适航管理工作的发展具有重要的意义。首先, 利用中国民用航空规章的相关数据, 建立数据综合管理系统; 然后, 总结 CCAR-25《运输类飞机适航标准》与 CCAR-33《航空发动机适航规定》具有重合内容的关联项, 分析二者之间的相互关系; 最后, 研究上述两部规章关于防火系统和滑油系统对某些对象的规定。结果表明: CCAR-25 与 CCAR-33 条款的关系可分为引用、选择、补充、相似和差异五种; 最难界定的是相似, 它要求对条款的充分理解, 否则会有重复审定和漏审的风险; CCAR-25 与 CCAR-33 对防火系统和滑油系统的规定出现了多条款交联对应的情况, 通过数据综合管理系统可将其分解为单条款对应并进行适航认证。

**关键词:** 适航; 运输类飞机; 航空发动机; 数据管理系统; CCAR-25; CCAR-33

中图分类号: V228

文献标识码: A

DOI: 10.16615/j.cnki.1674-8190.2018.04.011

## Analysis of the Relationship between CCAR-25 and CCAR-33 Airworthiness

Han Bingbing<sup>1</sup>, Li Xin<sup>1</sup>, Fu Han<sup>2</sup>, Teng Jinfang<sup>2</sup>

(1. Department of Power Unit, Shanghai Aircraft Airworthiness Certification Center of CAAC, Shanghai 200335, China)

(2. School of Aeronautics and Astronautics, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200240, China)

**Abstract:** The research on the relationship between the terms of airworthiness of transport category aircraft and aeroengine is of great importance to the swift development of airworthiness certification of China. First, utilizing some data of the civil aviation regulations, the integrated data management system can be built. Then, overlapping contents between CCAR-25 (China Civil Aviation Regulation-25) and CCAR-33 (the regulation about aero engine) are summarized, and the relationship between them are analyzed. At last, the regulations for certain objects about fire-protection system and lubricating oil system are studied. The research results indicate that the relationship between CCAR-25 and CCAR-33 can be divided into five types: citation, selection, supplement, similarity and difference. The hardest thing to define is similarity, which requires a full understanding of the terms, otherwise there is a risk of double certification and missing it. The terms between CCAR-25 and CCAR-33 on fire protection system and oil system have the situation of multiple terms cross-linking. Through the integrated data management system, it can be decomposed into one term corresponding and carried out airworthiness certification.

**Key words:** airworthiness; transport category aircraft; aeroengine; data management system; CCAR-25; CCAR-33

## 0 引言

当今, 世界民用航空业务以空前的速度发展壮大, 随着大型客机研发成为我国航空工业发展的战略目标, 我国的民航业将有更大发展, 适航技术问

题将更为突出<sup>[1]</sup>。西方国家由于飞机发展起步早,适航技术的研究也相对成熟。F. de Florio<sup>[2]</sup>系统阐述了国际民航组织、美国联邦航空管理局和欧洲航空安全局的适航要求;L. Purton<sup>[3]</sup>介绍了适航性框架评估工具的发展,对美国与澳大利亚军队的适航框架进行了分析比较并提出了发展方向。亚洲国家适航认证起步较晚,大多数适航经验是从西方学习而来<sup>[4]</sup>。近年来,随着国内大飞机事业的蓬勃发展,在借鉴国外适航体系的基础上,已经开始了一些适航技术的研究。张陇东<sup>[5]</sup>分析了美国民用飞机适航管理体系和欧洲适航管理体系,指出我国适航管理体系存在的不足和未来发展的方向;鲍梦瑶等<sup>[6]</sup>针对欧洲航空安全局(European Aviation Safety Agency,简称EASA)航空发动机适航体系开展研究,概括出“科技进步,灾难性事故发生,过于苛刻的适航要求,表述错误,国际一致性”五种产生规章修订的因素;乔磊等<sup>[7]</sup>针对航空发动机适航取证的安全性需求,对航空发动机CCAR33-R2.75适航条款进行了解读与分析,明确了该条款的验证要求和方法。

大型客机发动机的研制既要符合CCAR33-R2《航空发动机适航规定》,又要符合CCAR-25-R4《运输类飞机适航标准》。对于构成发动机型号设计的部分按照33部进行合格审定,而又被视为动力装置安装的部分的那些部件,应最大限度地利用其在33部符合性验证活动的相关结论来支持其关于25部要求的符合性判定。但是,目前还未有公开发表文献对此进行研究。如果在型号合格审定项目前期没有明确25部审查对象和审查原则,这种做法将给整个飞机项目带来诸多弊端,这已在其他项目实践中得以证明。例如,可能造成重复审查,对申请人及其供应商带来一定的经济、进度影响。并且,如果25部和33部的适航要求不同,由于审查原则定义不清而导致25部局方在33部审查过程中(25部部件相关)没有或很少介入审查,也会造成符合性判定的数据缺失。因此,尽早确定25部/33部审查界面,以及对随33部验证之25部部件的审查原则对申请人和审查方都非常重要。为了满足我国航空工业发展需求,适应我国适航管理工作的发展,迫切需要开展我国大型客机动力装

置合格审定(CCAR-25)与发动机型号合格审定(CCAR-33)关系的研究工作,将25部与33部交联条款之间关系电子化、数据化,为动力装置审定人员提供符合性判定支持数据和审定经验总结平台。

本文将利用中国民用航空规章的各种相关数据,建立数据综合管理系统,在此基础上详细分析研究CCAR-25与CCAR-33具有重合内容的关联项之间的关系。

## 1 数据综合管理系统建立

数据综合管理系统的数据来自于中国民用航空规章,并结合美国联邦航空管理局(Federal Aviation Administration,简称FAA)以及EASA发布的最新相关咨询通告(Advisory Circular,简称AC)。咨询通告是由适航当局发布的,用于详尽说明适航条款中的各条规定并提出相关参考建议以及理论支持的指导性资料。大多数适航条款都有对应的AC,其中包含对条款的进一步解释以及局方建议的符合性方法。根据航空工业科技的发展和安全性要求,以及航空事故的发生,适航当局会定期对AC进行更新。通过阅读AC,可对适航条款中的定义和描述有更加明确、深刻的理解。FAA、EASA、中国民用航空局(Civil Aviation Administration of China,简称CAAC)都有各自对应的AC,本文以FAA颁布的AC作为主要参考内容。据此,整理总结出25部与33部具有重合内容的关联项,分析两者的相互关系,在此基础上,设计软件流程、开发软件界面、功能、业务逻辑并测试修改软件,自主研发数据库综合管理系统。

本数据综合管理系统软件支持对适航条例的细致化管理精确到条款号,每条规定须指明标题、内容、关键词等。该系统可新建多个数据库,用于保存多部规章。通过模糊匹配关键词查找,可指明各项规定是否与其他条款之间存在关联,若存在关联,可制作超链接或作为附件上传。数据管理系统的内容示例、数据资料管理目录和条例明细列出每条规定的所属条款、具体内容、关键词、关联项、相关附件(例如AC)等,并有针对该条款与关联项之间相互关系的说明,如图1~图2所示。

150	33部	F 章 台架试验	第 33.92 条 刀磨恒重	33.92	刀磨恒重	33部: 航空发动机适航规定F 章 台架试验
157	33部	F 章 台架试验	第 33.94 条 叶片包容性和转子不平衡试验	33.94	叶片包容性和	33部: 航空发动机适航规定F 章 台架试验
158	33部	F 章 台架试验	第 33.95 条 发动机-螺旋桨系统试验	33.95	发动机-螺旋桨	33部: 航空发动机适航规定F 章 台架试验
159	33部	F 章 台架试验	第 33.96 条 以辅助动力装置 (APU) 方式	33.96	辅助动力装置	33部: 航空发动机适航规定F 章 台架试验
160	33部	F 章 台架试验	第 33.97 条 反推力装置	33.97	反推力装置	33部: 航空发动机适航规定F 章 台架试验
161	33部	F 章 台架试验	第 33.99 条 台架试验的一般实施	33.99	台架试验, 实施	33部: 航空发动机适航规定F 章 台架试验
162	33部	附件 A 持续适	第 A33.1 条 总则	A33.1	总则, 中国民	33部: 航空发动机适航规定附件 A 持续适
163	33部	附件 A 持续适	第 A33.2 条 格式	A33.2	格式, 持续适	33部: 航空发动机适航规定附件 A 持续适
164	33部	附件 A 持续适	第 A33.3 条 内容	A33.3	内容, 持续适	33部: 航空发动机适航规定附件 A 持续适
165	33部	附件 A 持续适	第 A33.4 条 适航限制条款	A33.4	适航限制条款	33部: 航空发动机适航规定附件 A 持续适
166	33部	H 章 附则	H 章 附则	H 章	附则	33部: 航空发动机适航规定H 章 附则本规
167	33部	附件 B 合格审	附件 B 合格审定标准大气降雨和冰雹的浓度	附件 B	标准大气降雨	33部: 航空发动机适航规定附件 B 合格审

图 1 数据管理系统中的适航条款目录

Fig. 1 Contents of airworthiness terms in data management system

所属部: 25部 所属分部 (章节): E分部-动力装置

标题: 第 25.903 条发动机

条款号: 25.903 关键字: 发动机, 动力装置

内容: 第 25.903 条发动机  
(a) 发动机型号合格证  
(1) 每型发动机必须有型号合格证, 并且必须满足中国民用航空局有关涡轮发动机飞机燃油排泄和排气污染规定的适用要求。  
(2) 每型涡轮发动机应满足下列要求之一:  
(i) 必须符合经第一次修订或以后修订的中国民用航空规章第 33.76 条、第 33.77 条和第 33.78 条的规定; 或  
(ii) 必须符合 1988 年 2 月 9 日生效的中国民用航空规章第 33.77 条的规定, 除了发动机有外来物吸入曾导致了不安全状态的履历之外; 或  
(iii) 必须表明具有在类似安装位置上吸入的外来物未曾造成任何不安全情况的使用履历。  
(b) 发动机的隔离各动力装置的布置和相互隔离, 必须至少能在一种运行

指导材料:

上传	批量下载	批量删除	查看下载			
<input type="checkbox"/> 全选	序号	文件名	大小 (M)	上传 (下载) 进度	下载	删除
<input type="checkbox"/>	1	25.903.docx	0.015			
<input type="checkbox"/>	2	AC 25.1329-1C.pdf	0.863			
<input type="checkbox"/>	3	AC33.74-92-1A.pdf	0.116			
<input type="checkbox"/>	4	20-107B_CHG1_Incorporated.pdf	0.550			

关联条款: 第 33.1 条 适用范围  
Sec. 33.17, Sec. 33.19, Sec. 33.74, Sec. 33.92  
关于 AC 20-107B, 以下条款共同包含:  
Sec. 25.903, Sec. 25.954, Sec. 25.963, Sec. 25.967, Sec. 25.981, Sec. 25.1121, Sec. 25.1181, Sec. 25.1182, Sec. 25.1183, Sec. 25.1185, Sec. 25.1189, Sec. 25.1191, Sec. 25.1193

指导材料:

上传	批量下载	批量删除	查看下载			
<input type="checkbox"/> 全选	序号	文件名	大小 (M)	上传 (下载) 进度	下载	删除
<input type="checkbox"/>	1	第 33.1 条 适用范围.docx	0.012			
<input type="checkbox"/>	2	第 33.17 条 防火.docx	0.012			
<input type="checkbox"/>	3	25.901.docx	0.015			

关联分析: 25.903与33.1&33.17 条款有雷同的表述

图 2 数据管理系统中的适航条款详细说明

Fig. 2 An example of a detailed airworthiness term in data management system

## 2 25 部和 33 部相互关系分类

25 部中与 33 部存在关联的条款主要出现在 E 分部“动力装置”中。根据条款内容, 两部关联条款之间的相互关系可分为五类, 即引用、选择、补充、相似、差异。本节将通过一些单条款对应的具

体例子对上述五种关系进行说明。

### 2.1 引用

引用是指 25 部 (或 33 部) 直接指明被审定对象必须满足 33 部 (或 25 部) 中的某一具体条款, 被引用的内容在 25 部 (或 33 部) 中没有重复描述。例如, 25 部第 25.901 条要求动力装置的安装必须

符合“中国民用航空规章第 33.5 条中规定的安装说明书”。

类似的引用在 25 部中共 10 处,其中 9 处出现在 E 分部(动力装置)中,1 处出现在附录 K(延程运行)中。33 部对 25 部的引用共 2 处,其中一处出现在 E 章(设计与构造),指明结冰试验的条件以 25 部附件 C 为准;另一处出现在 G 章(专用要求),要求安装在具有延程运行能力的飞机上的发动机若不具备 25 部第 K25.2.1 条规定的使用经验,则必须满足 33 部规定的相关要求。

除了指明具体条款的直接引用,25 部中还存在一处对 33 部的间接引用。即第 25.1167 条规定未作为发动机一部分审定的附件传动箱,必须按照“发动机适航标准中的有关规定”进行耐久试验,且满足其对附件连接和部件试验的要求。该引用虽未指明具体条款,但阐明了内容。33 部中描述该内容的条款有第 33.49 条(持久试验)、第 33.25 条(附件连接装置)、第 33.53 条(发动机系统和部件试验)等。

引用是 25 部和 33 部之间最简单明确的一种关系。在适航审定过程中,利用数据综合管理系统,可由审条款方便地链接到被引条款,免除重复工作的麻烦。

## 2.2 选择

选择是指 25 部或 33 部中存在明确说明,对某一对象的审定只需在两部的相应条款中任选其一。例如,25 部第 25.1143 条规定,如果除燃油外的液体喷射系统及其控制机构“不作为发动机的一部分来提供和批准,则申请人必须表明喷射液体的流量是受到适当控制的”。33 部第 33.35 条规定上述部件“如果作为发动机的一部分,申请人必须表明喷射流体的流量是充分可控的”。因此,对于流体喷射系统的审定可在 33 部的认证中进行,也可在 25 部的认证中进行,不必重复。

选择与引用类似,是一种简单明确的关系,具有选择关系的条款可利用数据综合管理系统方便地覆盖。

## 2.3 补充

补充是指 25 部从飞机的立场上对 33 部已经规定的内容提出了更多的要求,或者 33 部由于仅针对发动机,对某些对象的规定比 25 部更加细致。

例如两部对发动机防冰能力和使用限制等的规定,25 部和 33 部规定防冰能力的条款分别是第 25.1093 条和第 33.68 条。两部都要求发动机必须能在 25 部附录 C 规定的结冰条件下正常工作,并指明了防冰能力试验的细节。两者对试验细节的规定完全相同,但 25 部对“正常工作”的要求更高。一方面,25 部第 25.1093 条规定的环境条件包含了机场的“降雪和扬雪”情况和 25 部附录 C 所规定的起飞、连续、间断所有三种情况下的最大结冰条件,而 33 部仅包含后两者;另一方面,除了对发动机的规定,25 部还要求“飞机机体部件”的结冰不能影响发动机工作。25 部对发动机使用限制的规定是第 25.1521 条,它要求发动机除了满足型号合格证中的使用限制,还必须遵循从飞机角度出发而制定的限制。这些限制由 25 部第 25.1521 条所规定。

补充是 25 部和 33 部关注对象不同的必然结果,25 部关注的是整机的安全性,33 部则只关注发动机,因此前者思路更广,后者某些情况下则更细致。因此,发动机和飞机的设计过程和审核过程都不应该完全独立地进行,在进行各自的审定时,适航当局应充分沟通。为了避免重复工作,在设计发动机认证试验时,应充分考虑到试验的可扩展性,以便能用尽量少的修改完成飞机对发动机补充要求的认证,从而避免重复工作。

## 2.4 相似

相似是指 25 部和 33 部都对同一对象做出了规定,并且内容大体相同,但细节上有所差别。例如两部对发动机环保性能的要求。25 部第 25.903 条规定,发动机必须满足“中国民用航空局有关涡轮发动机飞机燃油排泄和排气污染规定的适用要求”。相应内容在 33 部中(第 33.1 条)则被表述为“必须表明符合中国民用航空规章《涡轮发动机飞机燃油排泄和排气排出物规定》”。实际上,CAAC 有关涡轮发动机飞机燃油排泄和排气污染规定的适用要求即为《涡轮发动机飞机燃油排泄和排气排出物规定》,两部虽然表述不同,但实际上表达了完全相同的内容。

相似是五种关系中关联性最强的一种,减少重复工作的可能性最大,但它也是最难界定的一种关系,只有在对相关条款的充分理解的基础上才能正确定义。若未能找出两部中具有相似关系的条款,



则可能出现重复工作;若错误定义相似关系,则会有漏审的风险。因此,充分理解适航条款有非常重要的意义。

### 2.5 差异

差异是指 33 部和 25 部都对同一个对象进行了规定,但规定的内容完全不同。例如两部对发动机点火系统的规定。25 部和 33 部规定点火系统的分别是第 25.1165 条和第 33.69 条。25 部要求从点火系统的电能来源、紧急情况、防火性能、警告措施等多个方面保证系统安全性,33 部则要求点火系统必须具备独立电路且采用冗余设计。两部描述的内容没有重合。

差异是五种关系中关联性最弱的一种,重复工作的可能性较小。

## 3 防火和滑油系统适航规定研究

除了单条对应外,25 部和 33 部对防火系统和滑油系统的规定采用了大量的篇幅,且存在多对一的情况。

### 3.1 防火系统

25 部 E 分部“动力装置防火”部分规定了发动机的防火系统。首先,第 25.1181 条(a)定义了指定火区的概念(大部分位于发动机中),并规定这些区域必须满足 D 分部第 25.863 至第 25.869 条和 E 分部第 25.1185 至 25.1203 条的防火要求。这些条款中除了第 25.867 条和第 25.1185 是仅针对于飞机之外,其他条款都包含了对发动机的要求。33 部中描述防火规定的是第 33.17 条,它包含(a)到(g)7 个细则。关联项众多,且 25 部相应内容中存在多项内部引用,因此将两部相关条例进行拆解,得到清晰的对应关系,如图 3 所示。其中灰色表示存在关联,白色表示无关联,箭头所指的条目采用超链接或附件的方式录入数据综合管理系统中。可以看出:25 部第 25.863 条、第 25.865 条、第 25.1185 条、第 25.1189 条、第 25.1195 条、第 25.1197 至 25.1203 条的内容在 33 部中都没有对应描述,它们可以看作对 33 部对防火要求的补充。这些条款对可燃液体潜在影响区的安全性、指定火区飞行结构的屏蔽、指定火区电气系统部件的耐火性、可燃液体切断措施、灭火系统等问题做出了

规定。

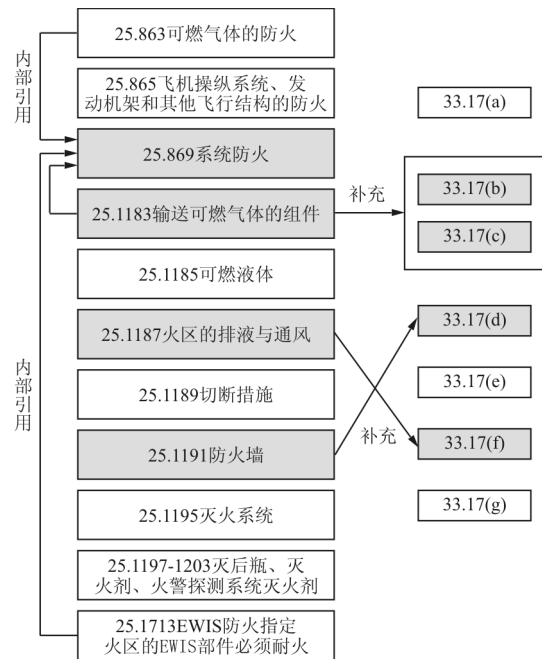


图 3 25 部和 33 部关于防火系统规定的拆解对应关系图解

Fig. 3 Schematic of relationship between CCAR-25 and CCAR-33 on the regulation of fire-protection system

25 部第 25.1183 条与 33 部第 33.17 条存在关联。25 部第 25.1183 条规定了两方面的内容:输送或容纳可燃液体的导管及其组件必须耐火、指定火区内的可燃液体箱和支架必须防火。它们分别与 33 部 33.17(b)和 33.17(c)的内容一致。但第 25.1183 条明确指出其规定对于“已批准作为型号审定合格的发动机一部分的导管、接头和组件”是不适用的,这说明 25.1183 条是用来审核用于发动机但未作为发动机一部分被审核的那些部件的,且审核要求与发动机一致。因此第 25.1183 条也是 33 部第 33.17 条(b)和(c)的补充。

25 部第 25.1187 条与 33 部第 33.17 条(f)存在关联,它们都要求火区的每个部位必须可以排液和通风,以防止可燃液聚积。但 33.17(f)未规定避免由通风排液带来的安全隐患的具体办法。因此,25 部第 25.1187 条是 33 部第 33.17 条(f)的补充。

25 部第 25.1191 条与 33 部第 33.17 条(d)存在关联,它们都要求防火墙必须防火、防腐蚀、防止危险量气体、液体、火焰穿过,但 25 部第 25.1191

条还指明了对防火墙的安装位置、封严等的要求。因此 25 部第 25.1191 条是 33 部第 33.17 条(d)的补充。

25 部中未明确规定但 33 部中有所要求的是 33.17(a)、33.17(e) 和 33.17(g) 三条。其中, 33.17(a)是对发动机防火要求的总述, 33.17(e)要求发动机控制系统必须防火, 33.17(g)要求有产生静电和故障电流的设备必须接地。对于接地线, 25 部虽未明确要求必须具备, 但对接地线的安全性提有要求(第 25.1165 条), 这说明 25 部默认了接地线的存在。

总而言之, 在对防火系统的规定上, 25 部和 33 部互相交叉, 关系比较复杂。同时, 由于 25 部中存在多处内部引用, 使得两部之间的关系更为复杂。通过条款拆解并录入数据管理系统, 可帮助理清单条对应关系脉络。可以看出, 其中补充关系和无关联的条款居多。

### 3.2 滑油系统

25 部和 33 部对滑油系统的规定分别是 E 分部的“滑油系统”部分和第 33.71 条款, 它们的拆解对应关系如图 4 所示, 存在关联的条款用灰色标出。

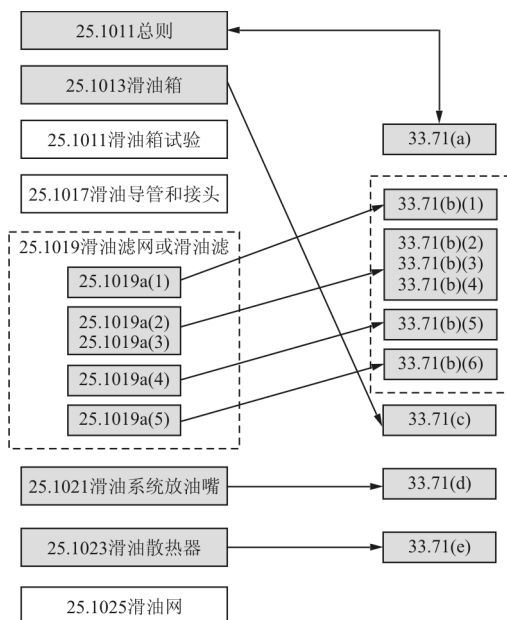


图 4 25 部和 33 部关于滑油系统规定的拆解对应关系图解

Fig. 4 Schematic of relationship between CCAR-25 and CCAR-33 on the regulation of lubricating oil system

从图 4 可以看出: 25 部第 25.1011 条和 33 部第 33.71 条(a)是两部各自的滑油系统规定总则。前者要求“每台发动机必须有独立的滑油系统, 且能向发动机提供适量的滑油”, 后者则要求其“在航空器预期使用的飞行姿态和大气条件下, 必须能正常地工作”。两者没有重合, 属于差异关系。

25 部第 25.1013 条和 33 部第 33.71 条(c)都对滑油箱的安全性做出了规定, 要求滑油箱必须具有满足一定要求的膨胀空间、能明显积存滑油的加油接头必须有放油嘴等。但 25 部要求放油嘴的排放液应避开飞机的各个部分, 33 部中则没有类似描述。因此 25 部第 25.1013 条是 33 部第 33.71 条(c)的补充。

25 部第 25.1019 条和 33 部第 33.71 条(b)具有相似关系, 它们都对滑油滤网或滑油滤做出了规定。其中规定内容完全相同的有三组: 25 部第 25.1019 条(a)(1)和 33 部第 33.71 条(b)(1)都要求旁通油路在主油滤完全堵塞的情况下应保证滑油流通; 25 部第 25.1019 条(a)(4)和 33 部第 33.71 条(b)(5)都要求旁通油路必须防止污物逸出; 25 部第 25.1019 条(a)(5)和第 33.71 条(b)(6)都要求不具有旁通油路的滑油系统必须安装报警装置。

25 部第 25.1019 条(a)(2)(3)两条规定与 33 部第 33.71 条(b)(2)至(b)(4)三条规定相互关联, 后者是前者的补充。25 部和 33 部都要求过滤后的滑油不会因为污染而影响发动机的正常工作, 并在滑油污染达到一定程度之后在指示器上显示。但 33 部还要求滤网必须便于放泄和清洗。

除此之外, 25 部第 25.1021 条与 33 部第 33.71 条(d)相似, 25 部第 25.1025 条是 33 部第 33.71 条(e)的补充。

## 4 结 论

(1) 25 部和 33 部条款的关系可分为引用、选择、补充、相似和差异五种。其中, 最简单的是引用和选择, 利用数据库综合管理软件可方便地完成相应条款互相链接和完全覆盖; 最难界定的是相似, 它要求对条款的充分理解, 否则会有重复审定和漏审的风险。

(2) 五种关系中出现最多的是补充, 这是两部关注对象不同的必然结果。25 部对 33 部补充的

内容多从飞机安全的角度出发。在设计验证试验过程中,应充分保证其可扩展性,以保证用尽量少的修改完成飞机对发动机补充要求的认证,从而避免重复工作。

(3) 五种关系中,相似关系的关联性最强,减少重复工作的可能性最大;差异关系的关联性最弱,重复审定的可能性较小。

(4) 除了单条款对应,25部和33部对防火系统和滑油系统的规定出现了多条款交联对应的情况。通过数据综合管理系统的条款拆解,可将其分解为单条款对应并理清脉络关系,并参照针对单条款对应关联项的建议进行适航认证。

### 参考文献

- [1] 张丹玲,郝勇,王德友,等. 中国大涵道比涡扇发动机适航技术初步研究[J]. 航空发动机, 2011, 37(4): 58-62.  
Zhang Danling, Hao Yong, Wang Deyou, et al. Preliminary investigation of airworthiness technologies for high bypass ratio turbofan engine in China[J]. Aeroengine, 2011, 37(4): 58-62. (in Chinese)
- [2] De Florio F. Airworthiness: an introduction to aircraft certification[M]. Great Britain: Elsevier, 2010: 5-20.
- [3] Purton L. Development of an airworthiness framework assessment tool; novel and visual[D]. Australian Melbourne: Rmit University, 2014.
- [4] Thian C V. Civil and military airworthiness challenges in Asia[J]. Aviation, 2015, 19(2): 78-82.
- [5] 张陇东. 国内外民航适航管理体系浅析[J]. 民用飞机设计与研究, 2013, 111(4): 6-9.  
Zhang Longdong. Research of airworthiness management system at home and aboard[J]. Civil Aircraft Design & Research, 2013, 111(4): 6-9. (in Chinese)
- [6] 鲍梦瑶,樊飞,赵阳. 欧洲民用航空安全局航空发动机适航体系[J]. 科技导报, 2015, 33(18): 96-101.  
Bao Mengyao, Fan Fei, Zhao Yang. A survey of airworthiness system of EASA CS-E[J]. Science & technology Review, 2015, 33(18): 96-101. (in Chinese)
- [7] 乔磊,李艳军,曹愈远,等. 航空发动机CCAR33-R2.75条款适航符合性验证方法[J]. 航空发动机, 2016, 42(1): 99-102.  
Qiao Lei, Li Yanjun, Cao Yuyuan, et al. Research on airworthiness certification method of aeroengine complying with CCAR33-R2.75[J]. Aeroengine, 2016, 42(1): 99-102. (in Chinese)

### 作者简介:

**韩冰冰**(1980—),女,硕士,高级工程师。主要研究方向:航空器动力装置适航审定。

**李新**(1970—),男,硕士,高级工程师。主要研究方向:航空器动力装置适航审定。

**付涵**(1992—),女,硕士研究生。主要研究方向:航空发动机气动性能与适航。

**滕金芳**(1968—),女,硕士,研究员。主要研究方向:航空发动机性能与适航。

(编辑:赵毓梅)