



中国民用航空局

编 号:CTSO - C77b

批准日期:2014 年 5 月 30 日

局长授权签字: 任义时

中国民用航空技术标准规定 (CTSO)

本技术标准规定根据中国民用航空规章《民用航空材料、零部件和机载设备技术标准规定》(CCAR37)颁发。中国民用航空技术标准规定是对用于民用航空器上的某些航空材料、零部件和机载设备接受适航审查时,必须遵守的准则。

燃气涡轮辅助动力装置 (APU)

1. 目的

本技术标准规定 (CTSO) 适用于为燃气涡轮辅助动力装置 (APU) 申请技术标准规定项目批准书 (CTSOA) 的制造人。本 CTSO 规定了 APU 为获得批准和使用适用的 CTSO 标记进行标识所必须满足的最低性能标准。

2. 适用范围

本 CTSO 适用于自其生效之日起新提交的申请,以及按本 CTSO 批准

的设备的设计大改。设计大改应按 CCAR-21 部第 21.310 条要求重新申请技术标准规定项目批准书。

3. 要求

在 CTSO-C77b 生效之日或生效之后制造并欲使用本 CTSO 标记进行标识的 APU, 应满足以下要求:

a. 功能

本 CTSO 标准适用于预期为支持航空器系统运行提供辅助电力、气源、机械功率的燃气涡轮发动机。本 CTSO 标准并不适用于预期为航空器提供动力的燃气涡轮发动机, 也不适用于 APU 在航空器上的安装设计。

b. 最低性能标准

APU 的设计和结构必须表明满足本 CTSO 附录 1 的最低性能标准。

c. 偏离

如果采用替代或等效的符合性方法满足本 CTSO 规定的最低性能标准的相关准则, 申请人必须表明设备具有与本 CTSO 规定等效的安全水平。偏离处理按照 CCAR21.310 条(二)的规定执行。

4. 标记

a. 按 CCAR21.312 条(四)规定, 应在每台按本 CTSO 生产的设备上使用防火铭牌永久清晰地标记以下信息:

- (1) 制造人的名称和地址;
- (2) 设备件号、序列号和型别代号;
- (3) 局方批准的 CTSO 号码(CTSO-C77b)。

b. 除按 CCAR21.312 条(四)规定外, 应在每台按本 CTSO 生产的设备上使用防火铭牌永久清晰的标记以下信息:

(1)最大允许干质量,精确到 kg(lb);

(2)燃油牌号和规格;

(3)滑油牌号和规格;

(4) I 类或 II 类 APU。

c.除了 CCAR21.312 条(四)规定外,每个易拆卸的部件和每个单独的组件应使用永久性的方法至少标记件号。所有标记应清晰易读。d.除满足 CCAR21.312 条(四)规定外,如果 APU 中包含机载电子硬件和/或软件,则件号必须包含硬件和软件的标识,或硬件和软件各采用一个单独的件号标识。不论以何种方式,必须有措施来显示更改状态。

注:按不同软件等级批准的相似软件版本必须用件号加以区分。

5. 资料要求

制造人必须向局方提供相关技术资料以支持设计和生产批准。资料包括 CCAR-21 第 21.310(三)3 中规定的符合性声明和以下每份技术资料的副本。

a.CTSO 项目资料,除满足 CCAR-21 第 21.310(三)的资料要求外,申请人应在申请时提交以下第(1)项至第(3)项材料,并在设备批准前提交第(4)项材料。

(1)符合性计划。必须制定符合性计划来描述满足本 CTSO 附录 1 中最低性能标准要求的符合性方法。该计划必须确定设备中采用的所有新颖或独特的设计特征,并需要按本 CTSO 3.c 申请相对最低性能标准的偏离。还必须确定符合本 CTSO 5.b 的鉴定资料和说明。

(a)符合性计划中应确定任何附加的性能要求。例如局方认为必要的分析或试验。

(b) 符合性计划中应确定需进行的试验,并明确需要局方目击的试验。

(2) 确保鉴定试验的硬件符合本 CTSO 设计要求的程序说明。

(3) 生产设计更改控制程序说明,程序必须能处理所有级别的设计更改。

(4) 符合性检查单,以记录本 CTSO 5.a.(1) 中所有要求的完成情况。

b.CTSO 技术资料。为符合 CCAR-21 第 21.310(三)1 的要求,必须向局方提交以下技术资料:

(1) 制造人的 CTSO 鉴定资料,例如本 CTSO 5.a.(1) 符合性计划中需要提交的试验报告或分析材料。

(2) 本 CTSO 5.a.(1) 符合性计划中指定提交的材料和工艺规范。

(3) 所有零件和设备的清单,包括对用于定义鉴定合格的 APU 设计构型的相关图纸和软件设计数据的引述。

(4) APU 型别说明,需给定 APU 的额定值和使用限制,以表明对本 CTSO 要求的符合性。该型别说明应包含附录 2 中列出的适用的信息。

(5) APU 的安装使用手册,至少包括如下信息:

(a) 本 CTSO 附录 3 列出的适用的信息。

(b) 内容应能确保按照此安装程序安装 APU 后,设备仍符合本 CTSO 的要求。必须指明所有安装限制条件,并以注释的方式包含以下声明:

“本设备取得 CTSOA 所需的条件和试验是最低性能标准。如欲将该设备安装到特定型号或类别的航空器上,安装人有责任表明航空器安装条件在本 CTSO 的要求范围内。只有在获得局方的安装批准后,该设备方可装机。”

(6)包含 APU 持续适航文件的手册,若现有手册或 APU 定义发生更改,则必须进行更新。手册中应至少包含以下信息:

(a)“适航限制”章节应单独编排,并与文件的其它部分明显区分开。该节的内容必须规定强制更换时间、检查间隔以及为满足本 CTSO 而要求的相关程序。

(b)应提供本 CTSO 附录 4 中适用的信息。

(c)如果有计划保证在为装有该 APU 的航空器颁发标准适航证之前完成持续适航文件,则这些文件在 CTSO 批准时可以是不完备的。

(d)与翻修或其它深度维修相关的持续适航文件或章节,可以推迟至 APU 服役以后完善。在此情况下,APU 型别说明中应注明禁止 APU 进行相应的深度维修,直至手册中提供了该部分内容。

(7)必须按 CCAR21 部第 21.143 条和第 21.310 条(三)2 的要求,对质量控制系统进行描述。其中应包含用来验收每件产品以保证符合本 CTSO 要求的功能试验规范。

(8)铭牌图纸。

c.制造人资料,除直接提交给局方的资料外,还应准备如下技术资料供适航部门评审:

(1)功能试验规范,用来验收每件产品以保证符合本 CTSO 的要求。

(2)所有定义设备构型和设备设计特征的图纸、规范、软件资料以及尺寸、材料、工艺方面的信息,以符合本 CTSO 的最低性能标准。

(3)所有鉴定资料,包括试验大纲、试验报告、试验硬件构型控制资料以及本 CTSO 5.a.(1)的符合性计划中规定的分析和 5.a.(4)中的符合性检查单。

(4)按本 CTSO 5.a.(3)的规定程序进行的所有设计更改及其批准证据。

d.提交给用户的资料

对于每一个欲接收一台或多台按本 CTSO 制造的 APU 的用户(例如运营人或修理站),必须随设备一起向其提供本 CTSO 第 5.b.(4)条到第 5.b.(6)条规定的技术资料副本及相关信息,以及关于持续适航、使用、正确安装和审定的其他资料和信息。

6. 引用文件

(1) RTCA/DO-160D, Environmental Conditions and Test Procedures for Airborne Equipment.

(2) RTCA/DO-178B, Software Consideration in Airborne Systems and Equipment Certification.

RTCA 文件可从以下地址订购:

RTCA Inc., 1140 Connection Avenue, N.W., Suite 1020, Washington, D. C. 20036.

也可通过网站订购副本: www.rtca.org。

附录 1 APU 的最低性能标准

目录

- 1.0 目的
- 2.0 范围
 - 2.1 I 类 APU
 - 2.2 II 类 APU
- 3.0 定义
- 4.0 一般要求:总则
 - 4.1 APU 额定值和使用限制
 - 4.2 材料
 - 4.3 耐用性
 - 4.4 工作特性
 - 4.5 APU 控制系统
 - 4.6 仪表规定
 - 4.7 极限姿态运行
 - 4.8 安装载荷
 - 4.9 飞行载荷
 - 4.10 可达性
- 5.0 详细要求:所有 APU 的设计和构造
 - 5.1 安全分析
 - 5.2 防火
 - 5.3 进气系统
 - 5.4 润滑系统

5.5 燃油系统

5.6 排气系统

5.7 冷却

5.8 超转安全装置

5.9 转子包容性

5.10 振动

5.11 寿命限制

5.12 引气污染

5.13 持续转动

6.0 详细要求:所有 APU 的型号验证

6.1 总则

6.2 校准试验

6.3 持久试验

6.4 分解检查

6.5 限制设备的功能试验

6.6 超转试验

6.7 超温试验

6.8 包容性

6.9 电子控制部件

7.0 详细要求: I 类 APU:附加要求

7.1 总则

7.2 防冰

7.3 外物吸入

7.4 自动停车

7.5 点火系统

1.0 目的

本附录规定了 APU 的最低性能标准。

2.0 范围

本附录包括两类 APU, 它们的定义如下:

2.1 I 类 APU 是指能满足本附录 4.0 到 7.0 节要求的 APU。

2.2 II 类 APU 是指能满足本附录 4.0 到 6.0 节要求的 APU。

3.0 定义

3.1 附件传动装置。作为 APU 的一部分而提供的驱动轴或附件安装座, 用以提取功率来驱动 APU 或其相关系统运行所需的附件、部件。

3.2 APU。不为航空器的飞行提供直接动力, 而是提供轴功率和/或压缩空气的燃气涡轮动力装置。

3.3 叶片。压气机或涡轮转子中的能量转换部件, 可以是整体或分体式设计。

3.4 压缩空气。APU 提供的用于做功的压缩气体, 可以从动力段压气机提取或由单独的负载压气机供给。

3.5 包容性。APU 对因转子系统失效造成的所有高能转子碎片的包容能力。

3.6 危险转子级。在本附录 6.8.2 节所描述的转速和温度条件下, 安全裕度最小的压气机和涡轮转子级。

3.7 表明。按照本 CTSO 指定条件, 通过物理试验来证明符合相关要求。

3.8 高能转子。破裂时会产生高能碎片的旋转部件或组件。

3.9 重要件。失效可能会对 APU 工作完整性造成不利影响的零件。

3.10 最大允许转速。正常工作的 APU 在过载或瞬态中可能遇到的最大转速,该转速通过安装的安全装置进行限制。

3.11 最高允许温度。正常工作的 APU 在过载或瞬态中可能遇到的最高排气温度(EGT)或者涡轮进口温度(TIT)。

3.12 一般件。不是重要件的零件。

3.13 型别。指定 APU 型号的每种独特构型。

3.14 输出接口。APU 供航空器提取轴功率的安装接口和提取压缩空气的法兰接口。

3.15 额定输出。在静止、海平面、标准大气条件下,经批准的可长期输出的轴功率和/或压缩空气。

3.16 额定转速。对于指定的转子系统,该转速为经批准的最大转速。APU 能够在该转速下进行额定输出。

3.17 额定温度。APU 在额定输出及额定转速状态下,涡轮进口或排气的最高燃气温度。

3.18 转子。包括叶片在内的旋转部件或组件,不包括附件驱动轴和齿轮。

3.19 起动。从 APU 运转或起动机扭矩的初始状态达到稳定转速和温度的加速过程,期间不超出经批准的各项限制。

3.20 验证。通过表明和/或分析的方式提供足够的证据证明符合相关要求。

3.21 型号。同一系列所有 APU 的总称,是在同一基本型 APU 上改进或改变结构发展起来的。

4.0 一般要求:总则

4.1 APU 额定值和使用限制

APU 额定值和使用限制必须通过试验或分析来进行验证,并且包含在 APU 型别说明中。

4.2 材料

每种材料必须符合经批准的规范。APU 所用材料的适用性和耐久性必须建立在经验和/或试验的基础上。

4.3 耐用性

所有零件的结构、布局 and 安装必须确保其能在本附录 4 的持续适航文件中规定的检查时间间隔内连续安全工作。

4.4 工作特性

4.4.1 必须验证 APU 工作特性的完整包线。APU 在其整个工作包线中应能正常起动和工作并不会出现有害影响(例如失速、喘振或熄火)。

4.4.2 在负“g”状态下工作。必须在型别说明中规定 APU 在负“g”状态下,不引起危害故障的最长工作时间,并通过试验或分析来验证。

4.4.3 必须提供工作包线内进口温度、引气、排气背压、进口压力恢复、冲压比对转速、输出功率、空气流量、排气温度、压比等性能参数的影响。

4.5 APU 控制系统

4.5.1 APU 控制系统的设计必须保证在声明的工作条件下能实现预期的功能,并且自动维持 APU 的工作转速和燃气温度在声明的限制范围内。

4.5.2 在已声明的环境条件下,包括电磁干扰(EMI)、高能辐射场(HIRF)和闪电(lightning),APU 控制系统功能不会受到有害的影响。已鉴定的系统限制应在安装手册中给予说明。

4.6 仪表规定

4.6.1 APU 必须有措施能够为保证其持续安全运行所需的仪表提供信号,以保证不超出所确立的 APU 限制,同时符合航空器的安装要求。

4.6.2 除本附录 4.6.1 节中提到的仪表要求外,还可提供监控 APU 工作状态的自动特征。

4.7 极限姿态运行

必须表明 APU 能在安装说明中规定的极限姿态内正常工作。

4.8 安装载荷

必须确定最大静态载荷和动态载荷。包括由于 APU 卡滞产生的载荷、叶片故障条件下的不平衡载荷和临界振动幅值与频率产生的载荷,这些载荷可能在整个 APU 正常工作范围内由 APU 从安装点传给机身。

4.9 飞行载荷

APU 安装节和相关的 APU 结构必须能够承受以下载荷:

4.9.1 规定的限制载荷并且没有永久变形。

4.9.2 规定的极限载荷并且没有破坏,但可以出现永久变形。

4.10 可达性

APU 的设计必须允许对 APU 运转所需的每个附件进行检查、调整或更换。

5.0 详细要求:所有 APU 的设计和构造

5.1 安全分析

必须通过分析的方法表明,任何可能的故障或单点或多重失效,不会导致 APU 出现下列情况:

5.1.1 着火;

5.1.2 破裂(危险碎片穿透机匣飞出);

5.1.3 产生高于本附录 4.8 节所指定的极限载荷;

5.1.4 失去停车能力;

5.1.5 引气中有不可接受的有毒物质浓度;

5.1.6 高能碎片喷射,如从 APU 排气口处喷出转子或转子碎片。

5.2 防火

5.2.1 APU 的设计和构造及所用的材料必须使正常工作或者失效状态期间着火或火焰蔓延的可能性降至最小,并且必须将着火的影响降至最低。

5.2.2 除了本附录 5.2.3 和 5.2.4 节的规定之外,留存或输运易燃液体的每一外部管路、接头和其他部件,必须至少是耐火的。这些部件必须有防护或置于安全防护装置内以防止泄露的易燃液体被点燃。

5.2.3 属于 APU 及与 APU 相连的易燃液体油箱、相关关断措施和支架结构必须是防火的或用防火罩防护,除非被火烧坏后不会引起易燃液体泄漏或溅出。

5.2.4 用于防火墙的 APU 部件,其结构必须是:

(a) 防火的;

(b) 构造上不会使任何超过危险量的空气、液体或火焰绕过或穿过防火墙;

(c) 防腐蚀的。

5.2.5 APU 的安装结构或者安装节必须通过自身构造或用防火罩防护来实现防火。

5.2.6 位于指定火区的 APU 控制系统零件,必须验证火焰对这些零件

的影响不会导致本附录 5.1 节所示的后果。

5.2.7 必须通过排泄和通风的方法防止 APU 内易燃液体和蒸气的有害量的积聚。

5.2.8 任何容易或者具有潜在产生静电、放电、闪电释放或者其它电流的部件、单元、设备和附件,必须设计和构造成电气接地,以使可能出现易燃液体或蒸汽的外部区域被点燃的风险降至最低。

5.3 进气系统

5.3.1 置于 APU 进气道内输送易燃液体的管道、接头及附件应从设计上保证从它们泄漏出来的易燃液体不会进入进气气流。连接外部排泄口的管路必须加装防护措施。

5.3.2 必须验证进气空气压降和进气堵塞对 APU 工作的影响。进气畸变限制必须在安装说明书中指明。

5.3.3 如果进气道作为 APU 的一部分提供,则其必须是防火的。

5.4 润滑系统

5.4.1 润滑系统在本附录 4.7 节中指定的所有 APU 工作姿态和本附录 4.4 节规定的整个工作包线内,必须能正常工作。批准的滑油牌号必须写入 APU 型别说明。

5.4.2 如果润滑系统作为 APU 的一部分提供,则必须配备至少一个可接近的放油嘴,以使润滑系统能够安全放泄,并有手动或自动装置确保其锁定在关闭位置。

5.4.3 随 APU 一起提供的滑油箱或集油池,必须具有以下特征:

(a) 足够的膨胀空间。

(b) 当 APU 处于正常地面姿态时,油箱加油口的位置必须避免因疏

忽而注满滑油箱膨胀空间的可能性。

(c) 设置在膨胀空间顶部的通气口,在本附录 4.7 节所规定的整个极限姿态范围内及本附录 4.4 节规定的整个正常工作包线内,通气必须是有效的。通气口的大小须适应预期的空中最大上升率和下降率。

(d) 滑油箱必须能够承受超出在本附录 4.4 节规定的整个正常工作包线内及本附录 4.9 节所规定的载荷条件下可能出现的最大压差 34.5kPa(5psi) 的压差。

(e) APU 处于正常地面姿态时,有确定油箱油位的合适方法。

5.4.4 APU 润滑系统中应装有滑油滤,其构造和安装必须使得在该滑油滤完全堵塞的情况下,滑油仍能以允许的流量通过旁路流经润滑系统的其余部分。应安装油滤即将旁通指示器。

5.5 燃油系统

5.5.1 必须建立并在 APU 型别说明中写入 APU 正常工作时流入其燃油系统中的燃油规格、流量、压力和温度范围、以及装置正常工作所需的燃油过滤精度。

5.5.2 APU 需提供排泄口以防止假起动时出现燃油积聚,燃油系统排泄应能同外部排泄管路连接。

5.6 排气系统

5.6.1 APU 排气系统的设计和构造必须防止排气泄漏到航空器内。

5.6.2 排气管必须选用防火和耐腐蚀材料。

5.7 冷却

存在温度限制要求的部件必须确定工作温度限制,并将该工作温度限制写入安装说明书中。

5.8 超转安全装置

对于用于防止出现危险超转情况的超转安全装置,必须采取措施确保其能正常工作。

5.9 转子包容性

对于每一个高能 APU 转子,APU 的设计必须能包容以下情况中的一种:

5.9.1 本附录 6.8.3(a)中指定的最大叶片碎片;

5.9.2 本附录 6.8.3(b)中指定的轮毂失效产生的最大动能碎片。

5.10 振动

APU 的设计和构造必须保证 APU 在规定的整个工作包线(包括指定的进气畸变极限)内正常工作,而不使压气机、涡轮和其他高应力零件产生对自身和其他部件有害的振动应力。

5.11 寿命限制

必须按局方批准的程序确定 APU 所有转子的使用寿命限制。该使用寿命限制是典型 APU 使用状态下最大允许起动-停车应力循环数(低循环疲劳)或小时数。一个起动-停车应力循环应至少包含 APU 起动、在特定功率下运行和停车。

5.12 引气污染

对于提供引气的 APU,申请人必须:

5.12.1 在安装说明书中提供引气中所含的由 APU 产生的污染物的特征参数。

5.12.2 如果进气道作为 APU 的一部分提供,则需验证在本附录第 5.3.3 节中规定的防火要求下,该进气道不会释放危险量的有毒气体到引气中。

5.13 持续转动

必须在安装说明中规定 APU 在任一方向持续转动的限制。

6.0 详细要求:所有 APU 型号验证

6.1 总则

这部分要求适用于 I 类 APU 和 II 类 APU。

6.2 校准试验

6.2.1 为确定 APU 的性能特性(输出轴功率和/或引气),必须在进行本附录 6.3 指定的持久试验之前,进行校准试验。

6.2.2 在本附录 6.3 声明的持久试验之后,必须进行 APU 功率(输出轴功率和/或引气)检查。必须确定在持久试验中功率特性参数的任何变化。这些数据必须能够表明,在额定输出状态 APU 没有超出所声明的限制。

6.3 持久试验

6.3.1 APU 必须成功地完成本节所规定的 150h 的持久试验。其中额定输出期间,转速和燃气温度控制装置必须将这些参数维持在指定的精度内。该额定输出是指经批准的轴功率和压气机引气的最大输出。

6.3.2 试验阶段。必须按下列次序进行 20 个阶段,每个阶段 7.5h 的试验:

(a)在额定输出或以上状态运转 5min,空载状态运转 5min,在额定输出或以上状态运转 1h,空载状态运转 5min。

(b)在额定输出或以上状态运转 5min,空载状态运转 5min,在 75%额定输出运转 1h,空载状态运转 5min。

(c)在额定输出或以上状态运转 5min,空载状态运转 5min,在额定输

出或以上状态运转 1h,空载状态运转 5min。

(d)在额定输出或以上状态运转 5min,空载状态运转 5min,在 50%额定输出运转 1h,空载状态运转 5min。

(e)在额定输出或以上状态运转 5min,空载状态运转 5min,在额定输出或以上状态运转 1h,空载状态运转 5min。

(f)在额定输出或以上状态运转 5min,空载状态运转 5min,在 25%额定输出运转 1h,空载状态运转 5min。

6.3.3 试验条件。持久试验过程必须符合下列条件:

(a)转速。持久试验中的额定输出状态,每个转子的转速应不低于额定转速。持久试验的其他状态不需要转子维持在某一特定转速。

(b)温度。规定的温度限制,包括额定涡轮进口或排气温度以及滑油温度,都必须在持久试验额定输出运转期间,验证受影响的部件的温度维持在规定的温度限制或以上。在试验过程中,可控制进气温度,使之与涡轮温度、转速和功率输出相匹配,以避免温度、转速或功率超出限制。

(c)压力。在持久试验额定输出状态,滑油和燃油压力必须维持在最小限制压力。

6.3.4 调整、修理或更换零件。在持久试验过程中,可以修理和更换一般件或少量调节不需要分解的重要件。持久试验中重要件不应修理或更换。

6.3.5 起动。必须进行至少 100 次的起动试验,其中 25 次起动必须在停车至少 2 小时后进行。

6.4 分解检查

在完成本附录 6.3 节持久试验和 6.2.2 节重新校准试验后:

6.4.1 APU 必须完全分解。

6.4.2 必须详细检查每个零件,关键尺寸必须复检。

6.4.3 按照本 CTSO 5.b.(6)的持续适航文件要求,每个 APU 部件必须合格,并能安装在 APU 上继续使用。

6.5 限制设备的功能试验

如果提供参数限制设备,该设备必须在 APU 上或专用试验台上成功进行 10 次功能试验而无故障出现。

6.6 超转试验

不满足本附录 5.9.2 节包容性要求的 APU 必须进行整机超转试验。试验必须表明所有压气机和涡轮转子能在比本附录 6.6.1 或 6.6.2 节中指定工作条件下的转速还要高的转速下工作 5min。该试验必须在本附录 6.6.2 节中故障时的涡轮进口或排气温度下完成。

6.6.1 转速为额定转速的 115%。

6.6.2 下列(a)或(b)任一适用的转速:

(a)如果超转保护装置是 APU 的一部分,则不小于最高转速的 105%,其中最高转速对应于任一 APU 控制系统单点失效所导致的最高转速。

(b)如果超转保护装置不是 APU 的一部分,最高转速取决于(i)或(ii):

(i)APU 控制系统的任一单点失效。

(ii)APU 任一可能的组合失效。

6.7 超温试验

不满足本附录 5.9.2 节包容性要求的 APU 必须进行整机超温试验。

该试验必须表明所有涡轮转子能在涡轮进口温度或排气温度高于额定涡轮进口温度或排气温度至少 42°C (75°F) 条件下至少工作 5min, 试验转速不低于额定转速。本试验可以结合本附录 6.6 节的超转试验一起进行。

6.8 包容性

6.8.1 必须在本附录 6.8.2、6.8.3 和 6.8.4 节的条件下通过试验、分析或两者结合(如本附录 6.8.1(a)和 6.8.1(b)节所述)来验证每个高能转子(危险的或非危险的)符合本附录 5.9 节的要求。

(a)每个危险的压气机和涡轮转子组件必须通过 APU 试验来验证,也可仅通过分析、部件试验、台架试验或几项相结合来验证,前提是这些方法已经经过 APU 试验的验证。

(b)非危险转子可以通过已验证的分析来验证。

6.8.2 在下列转速和温度条件下表明包容性:

(a)可能由 APU 控制系统任何单点失效引起的最高转速。

(b)包容的部件温度应不低于 APU 在额定输出状态的温度。

6.8.3 包容性必须通过以下(a)或(b)来验证:

(a)下列条件下的叶片包容性:

(i)对于离心式压气机和径向涡轮,一个完整的叶片,除非已验证叶片小面积失效更易于发生。

(ii)对于轴流式压气机或涡轮转子,在最外层的固定榫槽处失效的叶片碎片,或者整体叶盘转子叶片的至少 80%。

(b)下列条件下的轮毂包容性:

(i)对于所有型号的压气机和涡轮,产生最大平动动能的失效所导致的碎片。

6.8.4 必须表明满足下列要求：

(a) 不会产生持续的外部着火。

(b) 不会击穿 APU 机匣, 径向释放危害性高能碎片

6.9 电子控制部件

对装有电子控制系统的 APU, 电子控制部件必须满足下列要求：

6.9.1 本附录 4.4 节所声明的环境条件的可接受性必须根据航空无线电技术委员会文件 RTCA/DO-160D(《机载设备的环境条件和试验程序》, 第 4 版, 1997 年 7 月 29 日发布, 或最新版本) 或局方认可的方法进行验证。

6.9.2 如果适用, 所有相关软件必须按航空无线电技术委员会文件 RTCA/DO-178B(《机载系统和设备合格审定中的软件考虑》, 1992 年 12 月 1 日发布, 或最新版本) 或局方认可的方法进行开发。

7.0 详细要求: I 类 APU: 附加要求

7.1 总则

这部分内容只适用于 I 类 APU。

7.2 防冰

7.2.1 当 APU 在 CCAR-25 部附录 C 指定的结冰包线内运行时, 其设计和结构必须能防止由于冰积聚引起的大幅度功率损失或停车。

7.2.2 必须通过试验、分析或两者相结合的方法验证 APU 在本附录 7.2.1 节的条件下能正常工作。任何使用限制都必须在安装说明书中予以说明。

7.3 外物吸入 7.3.1 必须验证可能进入 APU 的外物, 如水、冰、沙尘、砾石和其他硬物等不会对 APU 运转产生危害性后果。

7.3.2 必须在安装说明中给出任何认为有必要采取的措施,用于在运行时为外物吸入或其影响提供足够的防护。

7.4 自动停车

若具有自动停车功能,则必须采取相关措施限制自动停车在空中导致有潜在危害后果的失效。

7.5 点火系统

必须通过试验或分析,或两者相结合的方法验证点火系统能在持续适航文件所规定的检查和维护周期中满意地工作。

附录 2 APU 型别说明

- 1.0 本 CTSO 5.b.(4)要求的型别说明中必须包含以下适用的内容。
- 1.1 制造商名称和地址。
- 1.2 件号、序列号和型别名称。
- 1.3 批准的类别。
- 1.4 最大允许干质量,最小精确到 kg(lb)。
- 1.5 标准海平面大气条件下的下列性能和限制:
 - 1.5.1 额定输出轴功率(如果适用)。
 - 1.5.2 额定输出转速(如果适用)。
 - 1.5.3 额定输出时最高涡轮进口温度或排气温度。
 - 1.5.4 最大允许转速。
 - 1.5.5 最高允许涡轮进口温度或排气温度。
 - 1.5.6 最小压气机引气流量(如果适用)。
 - 1.5.7 最小压气机引气压比(如果适用)。
 - 1.5.8 额定输出时最大燃料消耗量。
- 1.6 额定输出时温度和转速控制精度。
- 1.7 在负“g”状态下,APU 不会发生危害性故障的最长持续工作时间。
- 1.8 下列的润滑系统规格:
 - 1.8.1 滑油牌号,等级和规格。
 - 1.8.2 最大滑油消耗率。
 - 1.8.3 最高滑油进口温度。
 - 1.8.4 最低滑油进口压力(如果适用)。

1.8.5 进口滑油流量(如果适用)。

1.8.6 最大滑油系统出口压力(如果适用)。

1.9 下列燃油系统规格：

1.9.1 燃油牌号,等级和规格。

1.9.2 最低燃油进口压力。

1.9.3 最高和最低燃油进口温度。

1.9.4 进口燃油流量。

1.9.5 燃油滤类型及过滤精度,以保护 APU 燃油系统不受燃油中异物颗粒的影响。

1.9.6 防止燃油滤结冰的方法(如果适用)。

1.10 排气接口能够承受的最大载荷,包括剪切力、轴向力和悬臂力矩。

1.11 输出轴的结构、旋转方向和主功率输出轴安装座的最大允许悬臂力矩(如果适用)。

1.12 压气机引气接口能够承受的最大载荷,包括剪切力、轴向力和悬臂力矩。

1.13 以下附件传动系统规格：

1.13.1 传动轴和安装座的结构。

1.13.2 传动轴的旋转方向。

1.13.3 最大静扭矩。

1.13.4 额定扭矩。

1.13.5 附件传动轴同动力涡轮的传动比。

1.13.6 安装座能够承受的最大悬臂力矩。

附录 3 APU 安装和使用说明手册

1.0 本 CTSO 5.b.(5)(a)要求的手册中必须包含本附录中适用的内容。

1.1 与航空器的物理界面和功能界面的定义,以及对这些界面的限制条件,包括但不限于以下内容:

1.1.1 性能。

1.1.2 冷却系统。

1.1.3 进气系统。

1.1.4 排气系统。

1.1.5 安装系统。

1.1.6 燃油系统。

1.1.7 润滑系统。

1.1.8 电气系统。

1.1.9 起动系统。

1.1.10 引气系统。

1.1.11 附件传动。

1.1.12 驾驶舱界面(仪表和控制)。

1.1.13 安全和保护装置。

1.2 上述子系统部分应包括,但不仅限于:

1.2.1 包括极端姿态限制和环境条件在内的 APU 工作包线,在工作包线内 APU 可以起动,且运行时间不受限制。

1.2.2 APU 安装结构和相关 APU 结构的限制载荷和极限载荷。

1.2.3 规定部件及其周围环境的最高允许温度限制,以及在此限制下

的散热率。如果适用,为满足冷却试验安装要求的每一个热电偶类型和安装位置都必须指定,并提供环境温度传感器的说明。

1.2.4 空气管路接口能承受的最大载荷,包括剪切力、轴向力和悬臂力矩。

1.2.5 以下进气指标:

- a. 最大的进气压降。
- b. APU 进气畸变限制。
- c. 进气压降对额定功率的影响。
- d. 防止外物吸入的设备。

1.2.6 滑油滤类型及过滤精度,以保护 APU 润滑系统不受滑油中异物颗粒的影响。

1.2.7 最大散热率。

1.2.8 可用滑油量。

1.2.9 正常和慢车工作时的滑油压力限制。

1.2.10 非 APU 供油部件的润滑系统说明。

1.2.11 整体式滑油冷却系统的使用限制(如适用)。

1.2.12 排气系统最大背压,及背压变化对功率输出的影响。

1.2.13 任何正常持续工作期间,APU 可能产生的最大传导和辐射电磁干扰。

2.0 APU 部件、系统以及安装运行的基本控制和运行信息,描述起动、运行、试验及停车的方法,包括所有使用的特殊程序及限制。

3.0 确定本附录 1.1、1.2 中数据的安装条件,安装条件需详细指定航空器工作特性和参数。

4.0 拆箱、启封、验收检查、起吊和附件安装及任何必要检查的正确程序。

5.0 不属于所声明 APU 构型的一部分,但安装在 APU 上或由其驱动的航空器零件和设备的可接受的安装条件,并验证这些条件对于 APU 的安全运行是可接受的。

6.0 应提供以下适用的图纸:

6.0.1 APU 安装图,包括总体尺寸、包线定义、安装界面、维护界面、和主要部件标识。

6.0.2 APU 主要外部附件的轮廓图,包括总体尺寸。

6.0.3 电气系统电路原理图,包括界面接口。

6.0.4 其他系统原理图,如空气系统、润滑系统、燃油系统和通风和排泄系统。

附录 4 APU 持续适航文件

1.0 本 CTSO 5.b.(6)(b)要求的手册中必须包含本附录中适用的内容。

1.1 APU 及其部件、系统和安装的描述。

1.2 维护资料。包括勤务点、油箱容量、集油池、采用的液体牌号、适用于各系统的压力、润滑点的位置、使用的润滑剂及维护所需设备等的详细情况。

1.3 APU 每个零件的定检计划,包括推荐进行清洗、检查、调整、测试和润滑的周期及检查等级、适用的磨损容差和这期间推荐进行的其他工作。还须包括必要引用的适航限制章节。如果合适,应提供一份检查程序,检查程序中包含检查周期。

1.4 排故信息。描述可能出现的故障以及如何诊断和排除这些故障。

1.5 拆卸和更换零件以及分解装配的顺序和方法,及过程中所需采取的必要预防措施。并提供准确的地面操作、装箱和运输的说明。

1.6 清洗和检测说明。包括要用到的材料和设备及其使用方法、预防措施和检测方法。

1.7 磨损或不合格零部件的详细修理方法,以及如何确定必须进行更换的鉴定标准。并提供所有相关的装配和间隙的详细资料。

1.8 测试说明,包含测试设备和仪器的说明。

1.9 储存准备的说明,包括任何储存限制。

1.10 维护所需的工具和设备清单,以及它们的使用方法说明。