

适航性条例

美国 FAR33 航空发动机

美国 FAR35 螺旋桨

国际民航组织公报 ICAO Circular 134AN/94

航空发动机排气污染监控条例

第三机械工业部三〇一研究所

适航性条例

美国 FAR33 航空发动机

美国 FAR35 螺旋桨

国际民航组织公报 ICAO Circular 134AN/94

航空发动机排气污染监控条例

适 航 性 条 例

•

第三机械工业部三〇一研究所
(内部资料 026)

•

1981年4月 1.00元

出 版 说 明

为使有关人员了解飞机适航性要求，三机部组织翻译了美国适航性条例：FAR33 航空发动机（由上海长征机械厂张顺英译、赵孝盛校），FAR35 螺旋桨（由惠阳木械厂蒋立中等同志译校）。我所组织翻译了国际民航组织公报 ICAO134AN/94 航空发动机排气污染监控条例（由长征机械厂杜惠筠译、赵孝盛校）。并由我所统一印刷出版。

上述三份资料分别规定了美国及国际民航对民用飞机所明的发动机、螺旋桨及污染的适航性要求，供有关的科研设计及工程技术人员参考使用。

第三机械工业部三〇一研究所

1981.4

目 录

一、美国适航性条例FAR33(第33章)

航空发动机	(1)
A. 概述	(3)
33.1 适用范围	(3)
33.3 概述	(3)
33.5 说明	(3)
33.7 发动机额定功率和工作极限	(3)
33.8 发动机功率和推力额定值的选择	(5)
B. 设计和结构; 概述	(5)
33.11 适用范围	(5)
33.13 [保留]	(5)
33.14 起动—停车循环应力(低循环疲劳)	(5)
33.15 材料	(6)
33.17 防火	(6)
33.19 耐久性	(6)
33.21 发动机冷却	(6)
33.23 发动机安装装置和结构	(6)
33.25 附件装置	(6)
33.27 涡轮、压气机、涡轮增压器转子	(6)
33.29 仪表的联接	(7)
C. 设计和结构; 活塞式航空发动机	(7)
33.31 适用范围	(7)
33.33 振动	(7)
33.35 燃油和进油系统	(7)
33.37 点火系统	(8)
33.39 润滑系统	(8)
D. 台架试车; 活塞式航空发动机	(8)
33.41 适用范围	(8)
33.42 概述	(8)
33.43 振动试验	(8)
33.45 校准试验	(8)
33.47 爆震试验	(9)
33.49 耐久试验	(9)

33.51	工作试验	(11)
33.53	发动机部件试验	(12)
33.55	分解检查	(12)
33.57	台架试车的一般实施方法	(12)
E.	设计和结构: 航空涡轮发动机	(12)
33.61	适用范围	(12)
33.62	应力分析	(12)
33.63	振动	(12)
33.65	喘振和失速特性	(12)
33.66	放气系统	(13)
33.67	燃油系统	(13)
33.68	进气系统的防冰装置	(13)
33.69	点火系统	(13)
33.71	润滑系统	(14)
33.72	液压作动系统	(15)
33.73	功率或推力响应	(15)
33.75	安全分析	(15)
33.77	外物吸入	(15)
33.79	补燃加力装置	(17)
F.	试车台试验: 航空涡轮发动机	(17)
33.81	适用范围	(17)
33.82	概述	(17)
33.83	振动试验	(18)
33.85	校准试验	(18)
33.87	耐久试车	(18)
33.88	转子试验	(22)
33.89	工作试验	(22)
33.90	翻修试验	(22)
33.91	发动机部件试验	(23)
33.92	风转试验	(23)
33.93	分解检查	(23)
33.95	发动机螺旋桨系统的试验	(23)
33.97	反推力装置	(24)
33.99	台架试车的一般实施方法	(24)
	联邦航空条例第三次更改说明	(24)
	联邦航空条例第二次更改说明	(25)
	联邦航空条例第一次更改说明	(25)
	重要通告	(26)
	出版说明	(27)

FAR33 目录	(27)
FAR33 说明	(29)
33-1 修正案	(30)
33-2 修正案	(30)
33-3 修正案	(31)
33-4 修正案	(33)
33-5 修正案	(37)
33-6 修正案	(38)
FAR1 定义和缩写	(39)
FAR21 产品和零件的鉴定规程—建议	(39)
FAR23 常规飞机、通用飞机及特技飞机—建议	(40)
FAR25 运输飞机—建议	(42)
FAR27 普通类型的旋翼机—建议	(43)
FAR29 运输类型旋翼机—建议	(43)
FAR33 航空发动机—建议	(43)
33-7 修正案	(52)
33-8 修正案	(72)
二、美国适航性条例FAR35 (第35章)	(89)
序言	(92)
A. 总则	(92)
35.1 适用范围	(92)
35.3 说明书	(92)
35.5 螺旋桨的运转限制	(92)
B. 设计和结构	(92)
35.11 适用范围	(92)
35.13 概述	(92)
35.15 设计特性	(92)
35.17 材料	(92)
35.19 耐久性	(92)
35.21 可反桨的螺旋桨	(92)
35.23 桨矩操纵	(93)
C. 试验和检查	(93)
35.31 适用范围	(93)
35.33 概述	(93)
35.35 桨叶固定试验	(93)
35.37 振动载荷极限试验	(93)
35.39 耐久试验	(93)
35.41 功能试验	(94)
35.43 专门试验	(94)

35.45 分解检查	(94)
35.47 螺旋桨的调整和零件的更换	(94)
三、国际民航组织公报ICAO Circular 134-AN/94航空发动机	
排气污染监控条例	(95)
第一部分 定义及符号	(98)
第一章 定义	(98)
第二章 符号	(99)
第二部分 排气污染合格证	(99)
第一章 实施	(99)
第二章 作为亚音速飞行动力装置的涡喷和涡扇发动机	(100)
2.1 概述	(100)
2.2 排出的燃油	(101)
2.3 排烟	(101)
2.4 气体污染物	(101)
2.5 所需资料	(102)
附录1. 测量参考压力比	(102)
附录2. 改型发动机	(103)
附录3. 排烟污染估算	(103)
附录4. 排气污染的测试设备和技术	(107)

美国适航性条例

FAR33 (第33章)

航空发动机

A. 概述

33.1 适用范围

- a. 本章为航空发动机型号合格证的颁发和更改规定适航性标准。
- b. 根据第21章申请合格证或更改的厂商必须证明能符合本章有关的要求。

33.3 概述

每个申请者必须证明有关的航空发动机符合本章适用的要求。

33.5 说明

每个申请者必须准备好发动机安装、操作、维护和维修说明书，并分别在颁发型号合格证之前和交付发动机的时候将说明书送交给鉴定当局和发动机用户。说明书必须至少包括下列各项：

a. 安装说明

(1) 发动机安装配件的位置，发动机与飞机装接的方法及安装配件和有关结构的最大允许负载。

(2) 附属于发动机附件、管件、导线、电缆、导管及罩壳的连接件的位置和说明。

(3) 备有总尺寸的发动机轮廓图。

b. 操作说明

(1) 鉴定当局确定的工作极限。

(2) 推力额定值的功率及非标准大气压校正的程序。

(3) 在一般的和极端的环境条件下操作时所建议使用的规程：

① 起动；

② 地面操作；

③ 飞行中的操作。

c. 维护说明

(1) 维护的技术和方法。

(2) 维护的次数。

(3) 发动机可用的燃料、润滑剂及液压油。

d. 维修及检验说明

(1) 实施检验的技术及方法。

(2) 检查、清洁、润滑及校正的次数。

e. 翻修及更换说明

(1) 翻修的次数。

(2) 需要更换部件的寿命极限。

(3) 具有寿命极限的部件更换的技术及方法。

(4) 拆卸和重新组装的技术及方法。

(5) 每一部件的配合及间隙。

(6) 部件在翻修或更换之后，试验每一部件的技术。

33.7 发动机额定功率和工作极限

a. 发动机额定功率和工作极限由鉴定当局确定, 并包括在本章第21.41节中所规定的发动机定型数据单中, 其中包括按照本节中所规定的工作状态和数据而定的额定功率和极限, 如适用, 也应包括发动机安全工作所需的任何其他数据。

b. 活塞式发动机额定功率和工作极限的确定与下列因素有关:

(1) 下列功率额定值在海平面压力高度和临界压力高度时的工作时间, 功率或扭矩, 转速和总压力。

① 最大连续的额定功率(如可适用, 与非增压状态的操作或采用各种增压器工作时的操作有关);

② 额定的起飞功率(如可适用, 与非增压状态的操作或采用各种增压器工作时的操作有关)。

(2) 燃油品级或规格。

(3) 滑油品级或规格。

(4) 下列各项的温度, 如:

① 汽缸;

② 滑油进口处的滑油;

③ 涡轮增压器涡轮盘进口燃气。

(5) 下列部分的压力:

① 燃油进口处的燃油压力;

② 主滑油腔的滑油压力。

(6) 附件传动扭矩和悬臂力矩。

(7) 附件寿命。

(8) 涡轮增压器涡轮盘的转速。

c. 涡轮发动机额定功率和工作极限的确定与下列因素有关:

(1) 下列工况的工作时间、功率、扭矩或推力、转速和燃气温度:

① 最大连续额定的功率或推力(加力的);

② 最大连续额定的功率或推力(不加力的);

③ 起飞额定功率或推力(加力的);

④ 额定的起飞功率或推力(不加力的);

⑤ 30分钟额定功率;

⑥ $2\frac{1}{2}$ 分钟额定功率。

(2) 燃油牌号或规格。

(3) 滑油品级或规格。

(4) 液压油规格。

(5) 下列各项的温度:

① 滑油进口处的滑油;

② 超音速发动机的进气口面上的进口空气, 包括稳态操作和瞬时超温及允许的时间;

③ 超音速发动机的液压油;

④ 在申请者所规定的超音速发动机某一测定位置上的燃油;

⑤ 如果申请者有规定, 发动机的外表面。

(6) 下列部分的压力, 如:

① 燃油进口处的燃油压力;

② 主滑油腔的滑油压力;

③ 超音速发动机的进口面上的进口空气, 包括稳态操作, 瞬时的超压及所允许的时间;

④ 液压油的压力。

(7) 附件传动扭矩和悬臂力矩。

(8) 部件的寿命。

(9) 燃油过滤器。

(10) 滑油过滤器。

(11) 放气。

(12) 每一转子盘和隔套所允许的起动—停车应力循环的次数。

(13) 发动机进气口处的进气畸变。

(14) 瞬时转子轴的超转 ($r \cdot p \cdot m$) 和超转出现的次数。

(15) 瞬时的燃气超温, 和超温出现的次数。

(16) 发动机转子风转转速 ($r \cdot p \cdot m$)。

(17) 第一次翻修的时间。

33.8 发动机功率和推力额定值的选择。

a. 必须由申请者选择所申请的发动机功率和推力额定值。

b. 每种所选定的额定值必须是所有同类型发动机在用来确定该额定值的状态下可望产生的最低功率或推力额定值。

B. 设计和结构

概 述

33.11 适用范围

本章规定了用于活塞式和涡轮式航空发动机一般的设计和结构要求。

33.13 [保留]

33.14 起动—停车循环应力 (低循环疲劳)

必须确定操作极限, 以规定使用寿命及压气机和涡轮的每一转子盘和每一转子隔套的起动—停车应力循环的次数。一种起动—停车应力循环包括起动发动机, 发动机加速到最大额定功率或推力, 并保持功率调停直到盘和隔套温度稳定为止, 然后发动机停车, 盘和隔套温度再一次稳定或者减至一数值; 该数值能够导致与稳态一样的应力范围。初始确定的起动—停车应力循环的次数作为任一隔套或盘的一种操作极限可能不超过所测定的不致发生盘和隔套故障的最大循环次数的 $\frac{1}{3}$ 。任何盘或隔套如能通过下列试验, 其初始所定的极限可以增加。

这种试验至少采用三件已经在实际的使用中通过限定的循环次数, 那种盘或隔套的试样

再通过至少二倍于将增加的极限计算在内的额外的循环次数。

33.15 材料

发动机中所用的材料的适用性和耐久性必须如下:

- a. 按照使用的经验或试验情况来确定;
- b. 符合批准的规范(如工业或军用规范或技术标准命令)以确保它们在设计数据中所计算的强度及其他的特性。

33.17 防火

a. [活塞式发动机]的设计和构造及所使用的材料必须能使发火和延烧的可能性减至最小。

b. 除本节的(c)、(d)、(e)段中所规定的要求以外,每一外部管路、装置及其他含有或输送易燃液体的部件都必须采取防护措施以防泄漏的易燃液体着火。

c. 除非任何不防火的零件被烧坏而不会导致易燃液体的泄漏或溢出,否则属于发动机部分的易燃液体油箱和支撑架必须是防火的或用一种防火屏蔽加以封闭。装有不到20夸脱容量的整体油槽的活塞式发动机,其油槽不需要防火也不需要一种防火屏蔽加以封闭。

d. 核准用在超音速飞机上的涡轮发动机,其传输或含有易燃液体的外部部件都必须防火。

e. 用排气和通风的方法防止不需要的易燃液体和蒸汽的积聚。

f. 涡轮发动机的设计和构造必须尽可能减少可能导致结构损坏、过热或其他危险状态的内部着火。

33.19 耐久性

发动机的设计和构造必须使得发动机在翻修周期之间不安全状态的扩展降低到最小限度。压气机和涡轮转子机匣的设计必须规定转子叶片损坏而引起故障的包容性。

33.21 发动机冷却

发动机的设计和构造必须提供在飞机预期的工作状态下必要的冷却。

33.23 发动机安装装置和结构

a. 发动机安装装置和有关的结构最大允许的负载必须由申请者规定。

b. 发动机安装装置和有关的结构必须能够经受所规定的负载而不断裂,不发生故障或永久的变形。

33.25 附件装置

发动机能在安装附件传动和连接装置的情况下正常地工作。仅供一种飞机使用的附件传动装置和安装装置,在额定的最大连续功率和更高的输出功率时,应按申请者为发动机传动装置或装置点所规定的极限负载进行加载。每一发动机附件传动装置和安装装置必须予以封闭、以防止来自发动机内部的泄漏或污染。要求用发动机滑油润滑外部传动装置的花键或接头的传动装置和安装装置,必须予以封闭,以防止滑油的损失,以及来自封闭接头的腔室外面的污染。发动机的设计必须便于为了保护发动机所要求进行的检查、调节或拆卸。

33.27 涡轮、压气机、涡轮增压器转子

a. 涡轮、压气机和涡轮增压器转子必须具有足够的强度,能经得起本节c.段里所规定的转子转速、温度和振动试验条件。

b. 发动机调节装置,系统和仪表的设计和必须给予适当的保证,这样影响涡轮、

压气机和涡轮增压器转子结构完整性的那些发动机工作极限在使用中就不会超出。

c. 在最大极限转速中经受到最高工作应力的涡轮转子、压气机转子和涡轮增压器转子,所有这些转子都必须一一作如下的试验:

(1) 除了按本段的(3)⑤段中所规定的以外,在它最大工作温度;

(2) 5分钟为一周期;

(3) 转速为:

① 如果在试验台上,另外转子盘装有叶片或叶片重荷,则转速应取它的最大极限转速的120%;

② 如果在发动机上,则转速应取它的最大极限转速的115%;

③ 如果在发动机上,另外转子盘截面比型号设计中所规定的薄,这样在最大极限转速时所引起的工作应力与符合型号设计的转子在它的115%最大极限转速时的应力是一样的,所以速度应取最大极限转速;

④ 如果由一种特制的燃烧室试验台提供热的燃气驱动的涡轮增压器,则速度应取它的最大极限转速的115%;

⑤ 当冷旋转时,应取120%转速。如果通过运行中的发动机盘温度测量数据和盘材热强度性能数据来测定温度对应力的影响,在这种情况下,盘所受的应力与在最大极限温度和转速时所受的应力完全一样。

试验后,每一转子必须在型号设计所允许的发动机安装尺寸极限范围之内,并且没有裂纹。

33.29 仪表的连接

a. 除了具有防止错接仪表的结构以外,对于每一种飞机适航性要求所规定的动力装置仪表或为保证发动机工作极限内运行所需的仪表接头必须适当标记,以与其相对应的仪表取得一致。

b. 必须为每一台涡轮喷气发动机上的指示转子不平衡的指示系统提供连接装置。

C. 设计和结构, 航空活塞式发动机

33.31 适用范围

本章补充规定航空活塞式发动机的设计和构造要求。

33.33 振动

发动机的设计和构造必须能使发动机在其功率和曲轴转速的正常的工作范围工作,而不致因振动而使任何发动机零件感受过大的应力,同时也不使飞机结构承受过大的振动力。

33.35 燃油和进油系统

a. 发动机燃油系统的设计和构造必须能在全部飞行和大气状态下,发动机整个工作范围内向汽缸提供适当的燃油混合。

b. 作燃烧之用的空气或燃油与空气的混合物所通过的发动机进气通道的设计和构造,必须使冰在那些通道里积聚的危险减至最小。发动机的设计和构造必须允许采用防冰的方法。

c. 防止燃油中的外来颗粒进入发动机燃油系统所必需的燃油滤的型式和过滤率必须加以规定,申请者必须说明,外来颗粒按规定的方法过滤以后,将不会严重地影响发动机燃

油系统的功能。

d. 进气系统中, 导引燃油和空气混合气的每一条通道都必须具有自动放泄的装置, 以便在申请者确定的所有姿态下, 象装用该发动机的飞机处在静止的地面状态时那样, 防止汽缸内的液体堵塞。

33.37 点火系统

每一台火花点火发动机必须装有一种双点火系统, 每只汽缸至少有二只火花塞, 并具有两个独立的电源和二条独立的电路, 或者具有飞行中可靠性相当的点火系统。

33.39 润滑系统

a. 发动机的润滑系统的设计和构造必须使得飞机在所予期工作的所有飞行姿态和大气状态中能正常地工作。在湿贮油池的发动机中, 当发动机里的贮油量只有最大滑油量一半时, 这项要求也必须符合。

b. 发动机的润滑系统的设计和构造必须允许安装滑油冷却装置。

c. 曲轴机匣必须与大气相通, 以消除曲轴机匣中压力过高时的滑油泄漏。

D. 台架试车: 航空活塞式发动机

33.41 适用范围

本章规定了航空活塞式发动机的台架试车和检验。

33.42 概述

在本章所规定的每一项耐久试验之前, 装有调节装置而且其工作特性不经装机即可确定的部件的调节装置和工作特性, 必须予以确定并作好记录。

33.43 振动试验

a. 每台发动机必须经受一种振动测试, 以确定曲轴和螺桨轴或其他的输出轴在曲轴速度和发动机功率范围之内, 在静止状态和瞬间状态下, 从慢车转速到所要求的最大连续转速额定值的110%或到所要求的最大起飞转速额定值的103%时扭转和弯曲振动特性。这种测量必须在汽缸没有点火, 具有最大逆向振动效应的情况下反复进行, 除非速度范围只要求从慢车到所要求的最大起飞转速额定值。对航空发动机的测量必须采用耐久试验所用的螺桨型号同样的结构, 对其他的发动机, 则采用耐久试验所用的负载装置型号同样的结构。

b. 曲轴和螺桨轴或者其他的输出轴的扭转和弯曲振动应力, 可能不超出轴所用材料的耐久极限应力。如果轴的最大应力值不能够用测量的方法显示出低于耐久极限, 则振动频率和振幅必须予以测量。必须证明最大振幅所产生的应力低于耐久极限。不然的话, 应让发动机在产生峰值振幅的状态下运转, 对于钢轴, 直到经受住一千万次应力交变而不发生疲劳断裂为止, 对于其他的轴, 直到证明在材料的耐久极限应力范围之内不发生疲劳为止。

c. 每一附件传动装置和安装装置必须加载, 仅供飞机使用的每一附件所施加的载荷必须是申请者为发动机传动装置或安装点所规定的极限载荷。

33.45 校准试验

a. 为了确定第33.49节中所规定的耐久试车所需要的发动机功率特性和状态, 每台发动机必须经受校准试验。功率特性校准试验的结果是确定在整个曲轴转速、总压力、燃油/空气混合装置和高度工作范围之内发动机特性的依据。功率额定值是按照标准的大气状态而

定的, 并只安装那些对发动机功能是必不可少的附件。

b. 进行耐久试车的发动机, 在耐久试验之后应进行海平面状态时的功率检查。在耐久试验期间出现的功率特性方面的任何变动, 必须予以测定。在耐久试验的最后阶段中所记录的测量结果, 可作为满足本段要求的证据。

33.47 爆震试验

每台发动机必须通过试验以确定发动机在予期的工作状态的整个范围内能够工作而不会发生爆震。

33.49 耐久试验

a. 概述

每台发动机必须通过耐久试验, 包括总时数为 150 小时的试车 (除本节的 e.(1)(③)段中所规定的以外), 如适用, 根据发动机型号和予期的发动机使用情况, 应包括本节的 b. 段到 e. 段里所规定的一系列的试验。对于具体受试的发动机必须按鉴定当局认为合适的顺序进行各项试验。在耐久试验期间, 发动机功率和曲轴转速必须保持在额定值的 $\pm 3\%$ 的范围之内。在额定的起飞功率试验期间和至少 35 小时额定的最大连续功率试验期间, 其中的一只汽缸必须在不低于极限温度的情况下工作, 其余的汽缸必须在温度不低于极限温度之下 50°F 的情况下工作, 另外, 滑油进口温度必须保持在极限温度的 $+10^{\circ}\text{F}$ 的范围之内。配备螺旋桨轴的发动机在耐久试车中必须装螺旋桨, 并按发动机设计要求在本节规定的有关工况下应能承受的最大推力施加推力载荷。每一种附件传动装置和安装装置都必须加载。在额定的起飞功率和额定的最大连续功率工作期间, 仅供飞机使用的每一种附件所施加的载荷, 必须是申请者为发动机传动装置或装置点所规定的极限载荷。

b. 非增压的发动机和采用齿轮传动的单速增压器的发动机

对于不采用增压器的发动机和采用齿轮传动的单速增压器的发动机, 申请者必须作下列的试验:

(1) 30 小时试验, 由 5 分钟以额定的起飞功率和起飞转速, 及 5 分钟以最大最佳的经济巡航功率或最大建议的巡航功率的交替试验组成。

(2) 20 小时试验, 由 $1\frac{1}{2}$ 小时以额定的最大连续功率和最大的连续转速和 $\frac{1}{2}$ 小时以 75% 额定的最大连续功率及 91% 最大连续转速的交替试验所组成。

(3) 20 小时试验, 由 $1\frac{1}{2}$ 小时以额定的最大连续功率和最大连续转速和 $\frac{1}{2}$ 小时以 70% 额定的最大连续功率和 80% 最大连续转速的交替试验所组成。

(4) 20 小时试验, 由 $1\frac{1}{2}$ 小时以额定的最大连续功率值和最大连续的转速和 $\frac{1}{2}$ 小时以 65% 额定的最大连续功率和 87% 最大连续转速的交替试验所组成。

(5) 20 小时试验, 由 $1\frac{1}{2}$ 小时以额定的最大连续功率和最大连续转速和 $\frac{1}{2}$ 小时以 60% 额定的最大连续功率和 84.5% 最大连续转速的交替试验所组成。

(6) 20 小时试验, 由 $1\frac{1}{2}$ 小时以额定的最大连续功率和最大连续转速和 $\frac{1}{2}$ 小时以 50%