

咨询通告

标题：通航航空器排气系统的检查与维护¹

日期：2018 年 9 月 18 日

AC 编号：91-59A

发起：AFS-300

修订次数：1（CHG 1）

1.本咨询通告（AC）的目的

本咨询通告强调维护不良的航空器排气系统（往复式动力装置）所存在的安全危害，并指出排气系统发生失效的关键部位。此外，本通告提供了可能出现的故障类型信息，并建议飞行员持续开展预防性维护、机务人员按照《美国联邦法规》第 14 篇（14 CFR）第 91 部和第 43 部的规定实施维修。

2. 主要更改

本次对 AC 91-59A 的修订从“相关阅读材料”段落中移除了已废止的 AC 43-16《通用航空适航警示》（1999 年 9 月 3 日发布）和 AC 65-12《机体与动力装置机械师动力装置手册》（1976 年 1 月 1 日发布），并在第 8 段增加了澄清性文字。

页码控制表

移除页	日期	插入页	日期
第 1~3 页	2007 年 7 月 23 日	第 1~3 页	2018 年 9 月 18 日
第 5~7 页	2007 年 7 月 23 日	第 5~7 页	2018 年 9 月 18 日

¹ 本内容由中国民用航空飞行学院工程技术训练中心李飞翻译，飞机修理厂曾仁维校对。本文内容仅用于行业技术交流，不得用于商业目的。本文内容仅供参考。

1. 目的

a. 本咨询通告（AC）强调维护不良的航空器排气系统（往复式动力装置）所带来的安全危害，并指出排气系统发生失效的关键部位。此外，本通告提供了可能出现的故障类型信息，并建议飞行员持续开展预防性维护、机务人员按照《美国联邦法规》第 14 篇（14 CFR）第 91 部和第 43 部的规定实施维修。

b. 本咨询通告提供了一种可接受的规章符合性方法，但并非唯一的符合性方法。本咨询通告不具有强制性，也不构成规章。当本咨询通告使用强制性用语（如“必须”或“不得”）时，是在转述某项规章要求或禁止性规定；当本咨询通告使用许可性用语（如“应当”或“可以”）时，描述的是一种可接受的规章符合性方法，但并非唯一方法。但是，如果你采用文中所述方法来满足某项规章要求，则必须在所有方面均遵照执行。本文件内容不具有法律效力，也不以任何方式约束公众。本文件的目的在于就现行法律或局方政策下的相关要求向公众作出澄清。

2. 适用范围

本 AC 适用于航空器运营人以及维修、修理与大修（MRO）机构。

3. 本 AC 的获取方式

您可在美国联邦航空管理局（FAA）网站 https://www.faa.gov/regulations_policies/advisory_circulars 以及动态监管系统（DRS）<https://drs.faa.gov> 上查阅本 AC。

4. 本 AC 取消的文件

AC 91-59《通航航空器排气系统的检查与维护》（1982年8月20日发布）予以废止。

5. 相关阅读材料（现行版本）

- a. AC 20-106《通航航空器所有人的航空器检查》。
- b. AC 43-12《预防性维护》。
- c. AC 43.13-1《可接受的方法、技术和实践——航空器检查与维修》。
- d. 航空器制造商发布的服务信函（SL）、信息信函、服务通告（SB）以及维修手册，向航空界通告关于排气系统问题的推荐维修（预防性或其他）及纠正方法。在开展预防性维护和维修工作时，应始终优先参照制造商提供的信息。

6. 背景

a.对事故和事件报告的回顾显示，由于排气系统部件失效，已造成多名飞行员和乘客死亡或受伤。以下情形可促成此类事故和事件的发生：

- 一氧化碳（CO）中毒；
- 发动机功率的部分或完全丧失；和/或
- 火灾。

b.举例而言，FAA收到过一份关于一架Cessna 207飞机上其消音器内部失效的安全建议。该消音器内部用于偏转或分配排气气流的内锥发生松脱，堵塞了排气出口，导致起飞过程中发动机功率丧失。此种消音器构型在许多其他通用航空（GA）飞机消音器中较为常见或类似。

7. 讨论

我们希望着重强调排气系统部件检查不充分、不频繁以及在间隔检查之间缺乏例行预防性维护所带来的安全危害和潜在危险。请将任何排气系统部件失效视为严重危害。

a. 许多轻型飞机座舱通过流经发动机排气管周围的空气进行加温。最常见的排气系统部件失效多与消音器或排气-空气热交换器有关。

b. 潜在的失效形式包括：

(1) 当消音器或热交换器发生泄漏时，排气进入座舱，可能通过座舱加温系统进入；

(2) 同时兼具热交换器和消音器两种功能的部件发生材料失效，导致排气直接泄漏到座舱或经由座舱加温系统进入；

(3) 由于消音器和热交换器上的挡板、内锥或导流器松脱，部分或完全堵塞排气出口，导致发动机功率部分或完全丧失。若内部部件在消音器内处于松脱状态并在后续飞行中移动，此种状况可能间歇性发生；

(4) 在任何排气系统部件所在或破裂的区域均可能发生对邻近结构的冲击加热或“火焰喷射”现象，进而可能导致结构失效或起火。对于在更高排气温度与压力下工作的涡轮增压发动机而言，“火焰喷射”问题尤为值得关注。

c. 若航空器所有人/运营人对自身是否有权进行检查或修理存在疑问，应参阅 AC 43-12 或联系其所在辖区的飞行标准办公室。修理、更换与检查必须按照第 43 部 § 43.9 的规定予以记录，相关记录必须按第 91 部 § 91.417 的要求保存。

8. 排气系统的检查与验证

所有检查、验证与工艺均应符合制造商的建议。根据第 91 部 § 91.405 规定，对于在要求的检查时间（如年度检查、渐进检查和 100 小时检查）确认缺陷已按照第 43 部的规定完成修理，航空器所有人/运营人应负主要责任。出于安全考虑，所有人/运营人应每日进行飞行前检查，其中应包含对排气系统的彻底目视外部检查/验证。

a. 排气系统问题的征兆。

(1) 排气系统外部泄漏的征兆包括呈纯灰色、灰白色或浅灰色的粉末状物或烟灰外观。排气系统及航空器结构劣化的征兆包括翘曲、变形、变薄、塌陷、凹坑、裂纹、撕裂、分离、起皮、焊缝分离、变色、腐蚀、金属点蚀或烧穿。

(2) 排气系统泄漏的征兆可能出现在外部接头、柔性接头、滑滑配接头、卡箍或联轴器上。

(3) 安装不当（包括排气管路、球铰接头和/或连接的错位）可表现为异常磨损、变形、破损、松脱或紧固件、卡箍、垫圈或密封件缺失。

(4) 发生过回火或排气系统中含有未燃尽燃料的飞机，可能存在挡板焊缝损坏及裂纹等损伤，特别是在排气可能泄漏进入座舱空气热交换器的区域。

b. 需检查的部位。

(1) 由于某些航空器整流罩的设计原因，发动机排气系统可能难以按需进行检查或验证。应按较短的时间间隔（运行小时数）拆下整流罩以进行详细检查或验证。制造商的服务通告、信息信函和维修手册对维修检查和验证的执行时间给出了建议。实施维修和预防性维护的人员应可获取上述信息。建议使用高强度光源和带铰接伸缩手柄的反射镜，以便于检查或验证工作的开展。

(2) 检查消音器端板（即用于适配进气或排气连接的端板）插入消音器壳体的部位，以便在腐蚀穿透消音器外表面之前发现消音器或热腐蚀。若该区域腐蚀蔓延，可能在消音器任一端沿其正常表面线发生鼓胀。排气流经的凸起（如排气系统中的凹坑）会导致局部过热点，进而引发烧蚀、鼓胀或破裂。

(3) 检查是否存在内部区域阻塞、限制、凹陷或凸入排气通道的情况。使用手电筒查看尾管内部，以确认消音器内是否存在挡板、内锥或导流器松脱或移位。对在尾管中存在弯头的飞机，应至少按与年度检查相当的频次拆下尾管以检查消音器内部。注意检查因焦化/碳化形成的沉积物的累积可能形成并增长，产生炽热点或局部过热点，进而导致部件故障或失效。在排气气流方向发生变化的部位，会出现异常磨损或侵蚀的征兆。

(4) 确认排气系统在启动和关停过程中不与发动机架或飞机其他部件接触。通常可通过排气系统或被接触结构上的摩擦痕迹观察到此类接触。一旦发现接触迹象，应对该系统进行更为详尽的检查。损伤的主要部位通常为焊缝，尤其是被接触部件上的焊缝或因接触而受应力的区域。

(5) 检查排气立管或立管-法兰接合面处焊缝或焊缝热影响区的裂纹，以及密封垫的吹出或缺失情况。若怀疑存在泄漏，应拆下排气系统以检查气缸排气口的状况。在更换密封垫并重新安装排气系统之前，必须先处理任何因泄漏导致的点蚀或侵蚀迹象。所有紧固件应按制造商的规定施加扭矩。

(6) 检查所有焊缝及焊缝相邻区域是否存在裂纹或焊缝分离。

(7) 检查尾管是否存在侵蚀、变薄、鼓胀或烧穿。

(8) 检查异型、成形或弯曲段、转弯处以及接合部（Y 形管）是否存在侵蚀、变薄、鼓胀或烧穿。

(9) 检查液体或冷凝水收集装置是否存在结垢、腐蚀或裂纹。

(10) 检查连接于其他结构的拉杆、支撑件和支撑凸耳的紧固性、自锁或保险装置的状况，以及是否存在过热或烧蚀迹象。

(11) 检查邻近结构是否存在变色、热损伤或烧蚀迹象。

(12) 检查波纹管与支撑杆。

(13) 检查是否使用了非高温材料，或使用了非自锁/未加保险的紧固件。

(14) 检查机腹整流罩、窗户和门封条的密封情况，确保排气不会被允许进入驾驶舱。

(15) 检查防火墙、燃油系统部件及可能被隔热毯或隔热罩遮挡的其他结构。对隐蔽损伤（如腐蚀和过热），必须按第 43 部的要求通过修理或更换予以处理。部分航空器采用隔热毯保护防火墙，应定期拆除隔热毯以正确检查防火墙的状况（如是否存在腐蚀）。

c. 检查程序。

(1) 我们强烈建议对排气系统部件开展彻底的飞行前检查及后续的反复查，因为失效可能在短时间内发生。所有飞机所有人与运营人应熟悉其飞机排气系统的构型、组件与零部件，这将有助于在检查中识别异常部位或自上次检查以来可能发生变化的区域。采用碳钢制造的系统相比不锈钢制造的系统更易腐蚀，因此应更为频繁地予以检查。

(2) 应每日对航空器进行检查，包括对完整排气系统安装及排气系统附近暴露部件的目视检查。手电筒、反光镜、锥子、探针、小直径木杆或实心金属丝等简单工具可辅助检查工作。未处于基本

连续运行状态的飞机，或处于潮湿气候环境下的航空器，其排气系统部件劣化速度往往更高。

(3) 实施检查时，应按本节第 (b) 项“需检查的部位”中列出的区域对排气系统部件进行彻底检查。上述检查可在与发动机换油同等的间隔实施，并应与各型航空器的维修与检查手册或要求相一致。

(4) 对航空器排气系统（包括已安装的涡轮增压器系统部件）进行压力测试，通常能够发现泄漏。若航空器维护手册未规定在年度检查中进行此项测试，则强烈建议开展此项测试。每当拆装或更换排气系统部件时，亦建议进行此项测试。下列为一项简单的压力测试程序：

- (a) 关闭节气门并打开汽化器加温；
- (b) 拆下汽化器加温、座舱加温和预热罩；
- (c) 为对系统施加足够压力，将带有滤网（已安装滤清器）的吸尘器吹气端通过软管连接到航空器尾管并密封牢固；
- (d) 用刷子或喷壶在排气系统的表面和轮廓处涂抹肥皂液，以显示因裂纹和腐蚀造成的系统破损（泄漏）位置。

(5) 部分拆下排气系统部件有助于开展检查和验证。在水槽中进行加压泄漏测试时，可能需要完全拆下部件。我们建议在实施航空器发动机大修或重大维修工作时，对排气系统进行完整检查。

(a) 在更换或重新安装排气系统部件时，务必使用新的密封垫或密封件。当系统制造商建议时，请记得在滑配接头上使用防咬合剂。

注：滑配接头是一根管套入另一根管内部，外部用卡箍箍紧，允许轴向相对滑动。设计目的是排气管高温工作会热

胀冷缩，产生轴向的伸长或缩短。如果做出刚性焊接，热胀冷缩应力将使排气管产生裂纹。

(b) 在对排气系统进行泄漏检查前，应让其冷却至环境温度（应在关车后进行）。

(c) 必要时，在试车后对排气系统部件进行重新对准，以避免部件预载。

(d) 重新拧紧所有紧固件，并注意不得对任何部件造成预载。若紧固件无法重新拧紧至规定值，应予以更换，因为其可能已因长时间使用而发生拉伸或变形。更换所有腐蚀、磨损或存在其他缺陷的紧固件，包括螺栓、螺母、垫圈、弹簧、开口销等。

(e) 按要求对所有部件加装保险。

(6) 内部磨损与损伤在失效发生前难以检测。建议使用内窥镜对无法目视检查的排气系统内部部件进行检查。

(7) 对涡轮增压器系统部件进行详细检查至关重要。必须拆除隔热毯或隔热罩以充分接近部件。检查涡轮增压器部件是否存在泄漏、腐蚀、变形、鼓胀和裂纹。

(a) 拆下涡轮增压器管道，以便接近内部转动部件。检查是否存在侵蚀、点蚀、腐蚀，并确认转动自如。确认所有管道均已更换并正确对准。

(b) 检查所有涡轮增压器润滑油管路是否存在泄漏、磨损或裂纹的迹象。确认所有连接件均已按规定扭矩拧紧。确认所有管路的隔热层或屏蔽均已正确安装并处于可用状态。

(c) 检查涡轮增压器控制部件（如压力控制器和废气门作动筒）的状况与紧固性，以及是否存在泄漏迹象。确认所有活动部件

运动灵活且润滑良好。检查所有管路的状态，以发现裂纹或磨损迹象。

(8) 在寒冷天气运行前，建议对航空器排气系统进行完整检查。大多数单发通航航空器和部分多发航空器利用排气系统的热量对客舱进行除霜和加温。应彻底检查排气系统状态，确保加温和除霜管道完整。检查是否存在泄漏、变形、裂纹、鼓胀、紧固件缺失或松脱，以及任何其他不可用的迹象。

(9) 检查排气系统的测量部件（如排气温度探头）的安装状况与紧固性，以及是否存在泄漏迹象。检查所有导线状况与紧固性，以及是否存在磨损。建议定期对上述系统进行校准。

(10) 航空器服役期间，采用不锈钢修补碳钢系统会在焊缝热影响区造成严重的局部腐蚀，因此应避免此类做法。

d. 修理与大修。

(1) 我们建议更换任何未能通过维修手册检查程序或存在缺陷的排气系统部件，包括烧蚀、裂纹、变形或磨损严重以致发生泄漏的部件。

(2) 排气系统部件的焊修较为困难，原因在于任何部件在短期使用后均存在污染物和沉积物，并伴有基材方面的问题，例如：

- 持续劣化；
- 难以准确识别基材；
- 整体偏薄；及
- 成分和晶粒结构发生变化。

(3) 在尝试修理任何排气系统部件之前，我们鼓励咨询具备相关资质并已在该类维修方面具有专业技能和实际经验的 FAA 认证维

修站。在完成排气系统焊接部件的修理后，我们亦建议进行压力测试。

(4) 不符合第 43 部规定的排气系统部件修理，将构成拒绝批准其恢复使用的原因。

9. AC 反馈表

为便于反馈，AC 反馈表已置于本 AC 的末页。请在该反馈表上填写您就本 AC 内容所发现的任何不足、需要澄清的事项或改进建议。

—— 完 ——