

Common Faults in Structural Maintenance of Elderly Cessna172 Aircraft

Hang Liu

Civil Aviation Flight University of China, Deyang, Sichuan, 618300, China

Abstract

As the largest Cessna172 series aircraft operating unit in China, the Civil Aviation Flight University of China has a wealth of flight data and aircraft maintenance experience. Due to frequent use throughout the year, this model is gradually entering an aging population. At present, the aircraft model has completed 10000h, 14000h, 16000h, and 18000h structural maintenance work at the Aircraft Repair Plant of Civil Aviation Flight University of China. Many common faults have been discovered and inspected during in-depth maintenance work. This paper summarizes and summarizes the common faults during the aging process of this aircraft model, providing valuable maintenance experience and guidance for domestic peers who maintain this aircraft model.

Keywords

Cessna172; aging aircraft; structural maintenance; failure

老龄 Cessna172 型飞机在结构检修中的常见故障

刘航

中国民用航空飞行学院, 中国·四川 德阳 618300

摘要

中国民用航空飞行学院作为国内最大的Cessna172系列飞机运营单位, 拥有大量的飞行数据和飞机维护经验。由于常年高频率的使用, 该机型逐渐进入老龄化。目前该机型在中飞院飞机修理厂已经完成10000h、14000h、16000h、18000h结构检修工作。在深度的检修工作中发现和检查出很多具有普遍性的故障。论文通过对该机型老龄化过程中普遍性的故障进行总结和归纳, 给中国维护该机型的同行们提供宝贵的维护经验和指导。

关键词

Cessna172; 老龄飞机; 结构检修; 故障

1 背景

Cessna172 型飞机作为世界上最流行、生产量最大的轻型通用飞机, 到目前生产总量超过 43000 架。在私人飞机和初级训练飞机市场上 Cessna172 飞机都占有主导地位, 它出众的性能、极低的故障率, 使它成为全世界初始飞行培训使用量最大的教练机, 超过 30000 架。

在中国, Cessna172 型飞机的保有量同样巨大, 在中国民用航空飞行学院, 它作为新一代的初级教练机主力机型, 目前服役时间已经超过 10 年, 逐渐进入到老龄化期。自 2006 年中飞院逐步引进超过 100 架 Cessna172 型飞机后, 这些飞机单机年利用率常年超过 1500 飞行小时, 在进入老龄化后, Cessna172 型飞机定期的结构检修过程中, 逐渐暴露出更多的故障问题。由于 Cessna 厂家并没有给出该机型设计服役总寿命, 也没有给出老龄飞机的补充维修大纲, 因此通过对

在结构检修中发现的故障问题, 我们可以逐步完善检查工作, 将一些常见的、普遍故障问题进行汇总分析, 重新修订维修大纲, 保障 Cessna172 型飞机的正常运行。

通过对多架次老龄化 Cessna172 型飞机的结构检修工作, 对发现的故障进行汇总分析, 为解决该机型的老龄维护问题提供支持与帮助。使通航行业对该机型的老龄化有更好的认识, 帮助行业内维护人员更好、更全面地维护该机型^[1]。

2 老龄化 Cessna172 型飞机常见结构故障

对于老龄飞机而言, 结构性的问题主要集中为裂纹、磨损和变形。

裂纹主要是结构广布疲劳损伤这种损伤形式, 随着循环应力的作用, 在航空器的蒙皮结构中铆钉孔边会出现多条疲劳裂纹, 呈现多处损伤 (MSD) 的物理特征。这种损伤形式可使结构剩余强度明显降低, 并在短时间内导致裂纹的突然连通, 破坏航空器的物理完整性。老龄 Cessna172 型飞机上常见的结构裂纹故障有如表 1 所示。

【作者简介】刘航 (1991-), 男, 中国四川什邡人, 本科, 工程师, 从事航空器维修与适航研究。

表 1 裂纹故障类型

编号	裂纹故障类型
1	襟翼滑轨支架裂纹
2	舷窗铰链间隙大, 裂纹
3	机翼根部翼肋裂纹
4	左侧刹车腹板裂纹
5	中央操纵台裂纹
6	机身 FS108 隔框裂纹
7	电子设备舱支架裂纹
8	机翼后缘蒙皮裂纹
9	防火墙裂纹

磨损是零部件失效的一种基本类型。通常意义上来讲, 磨损是指零部件几何尺寸(体积)变小。零部件失去原有设计所规定的功能称为失效。失效包括完全丧失原定功能; 功能降低和有严重损伤或隐患, 继续使用会失去可靠性及安全性。磨损在老龄飞机中不可避免地存在。飞机飞行中存在的振动使得工作面之间相互磨损, 或者是工作面之间的润滑不良、存在污染等因素而发生。老龄 Cessna172 型飞机上最常见的就是襟翼滑轨磨损。Cessna172 型飞机襟翼的收放是通过电机控制实现, 襟翼放出, 改变机型截面形状、增大中弧线弯曲度来提高机翼的最大升力系数, 减小起飞离地速度和着陆接地速度, 缩短起飞或者着陆滑跑距离, 此时襟翼滑轨受力较大, 在着陆时还会产生剧烈的振动, 振动过程中襟翼轴承和支架上的滑轨之间有相对位移, 从而造成滑轨磨损。如果磨损造成的凹坑太大, 就会引起襟翼在收放的过程中产生异响, 严重的情况可能导致襟翼放不到位, 从而影响飞机性能^[2]。

变形是指承载主体或者结构件因受外力影响, 工作应力超过屈服极限而发生过量变形失效的现象。变形一般分弹性过量变形、塑性过量变形和蠕变过量等方式。在 Cessna172 型飞机中, 常见的结构变形有舱门变形, 防火墙与前起落架减震支柱连接处蒙皮变形, 前起落架安装框架组件、座舱前部地板损伤变形, 机翼下表面蒙皮褶皱变形等。

其中舱门变形主要是由于门锁附近舱门与门框不贴合, 导致舱门难以关闭。舱门铰链经过长时间使用和连接的销钉发生磨损, 使得舱门和门框相对位置发生移动, 造成舱门下坠, 关闭舱门时与门框相撞。

防火墙与前起落架减震支柱连接处蒙皮变形, 前起落架安装框架组件、座舱前部地板损伤变形, 都是因为飞机在反复着陆过程中, 由于着陆速度过大、重着陆或者是跳跃着陆等情况, 导致前起落架与地面间产生了过载的冲击载荷。我们都知道, 前起落架缓冲支柱由上部和下部缸筒构成, 包含了混合的油和气。上部和下部缸筒可提供变化的缓冲吸收速率。当超过缓冲支柱吸收的能量后, 传递给机身的垂直载荷过大, 所以飞机的前起落架上、下安装座直接将力传递给了防火墙下部组件, 导致防火墙蒙皮变形, 前起落架安装框架组件、座舱前部地板损伤变形。

机翼下表面蒙皮褶皱变形的原因可能是重着陆过程中, 由于主轮单轮着地或下降速率超过限制, 或者是在严重的颠簸气流中飞行, 导致下表面蒙皮褶皱。

3 老龄化 Cessna172 型飞机常见其他故障

Cessna172 型飞机的操纵系统是主要由钢索连接来控制, 钢索具有较高的抗拉强度、疲劳强度和冲击韧性, 能承受多种形式的交变载荷, 可以传递较长距离的载荷, 承受安全系数大, 使用安全性高。钢索在长时间使用过程中会同时受到扭转和拉伸作用, 因为受力比较复杂, 使用环境的不同可能导致钢丝材质的受损, 造成磨损、断丝、腐蚀和变形等。通过大量飞机的结构检修我们发现, 钢索的主要损伤集中在磨损和断丝上, 而腐蚀和变形等损伤是较少发生的。而磨损和断丝又主要集中在过壁位置, 所以钢索在穿过隔框和结构件等过壁位置是我们重点检查的地方, 下面是常见的钢索故障:

①方向舵钢索滑轮及过壁处磨损断丝, 钢索连接螺杆磨损。②襟翼钢索在机身过壁处磨损断丝。③副翼钢索在机身顶部挡块处磨损断丝。④停留刹车钢索磨损断丝。

通过大量的结构检修工作我们发现, 升降舵的钢索出现磨损和断丝的概率很低, 但是在 16000 小时结构检修中我们发现, 几乎所有的升降舵中部滑轮都出现有明显的压痕和凹坑(如图 1), 继续使用也许会导致滑轮失效, 所以我们建议老龄化的 Cessna172 飞机定期更换升降舵中部滑轮^[3]。



图 1 滑轮出现明显压痕

另外操纵系统中常见的故障还包括:

①副翼拉杆接耳由于长期的磨损导致间隙过大, 建议定期进行检查更换。

②襟翼安装轴承由于长期的高频率使用, 导致轴承损坏, 在进行襟翼拆装中重点检查。

Cessna172 型飞机起落架的配置形式为前三点式。主起落架支柱由 6150 合金弹簧钢管和高强度的 7075-T73 铝合金锻造连接件构成, 用螺栓固定在机身底部, 为不可收放式。每个支柱下部外侧连接了一个铸铝机轮组件和圆盘式刹车

系统。主起落架的维护主要包括支柱和悬臂的拆装检查，主机轮的校装程序，机轮和轮胎维护程序以及刹车维护程序。

在结构大修中，主起落架常见的故障有以下几种：

①主起落架主轮轴腐蚀。在大量老龄飞机中，几乎普遍存在主起落架主轮轴腐蚀，出现大量点腐凹坑。有的腐蚀比较轻微，打磨处理后可以继续使用。有的腐蚀比较严重，建议对主轮轴进行更换。②主起落架轮轴扭力板固定螺帽裂纹。在大量的老龄飞机结构检修工作中，扭力板固定螺帽也存在比较隐蔽性的裂纹（如图2所示）。由于该位置距离主轮刹车系统很近，机轮刹车导致刹车片粉末长期覆盖在该固定螺帽上，平常的目视检查很难发现裂纹。该裂纹严重可能导致轮轴松脱甚至刹车失效的后果。我们将该位置发现裂纹的螺帽切割后观察到，发现裂纹断面有较多沉积物和氧化物，证明裂纹存在较长时间。因此，我们要加强老龄飞机对该位置的检查，日常检查维护中，对该轮轴扭力板的固定螺帽进行清洁后再检查，如有疑似裂纹，要拆下固定螺帽进行离位检查或更换。

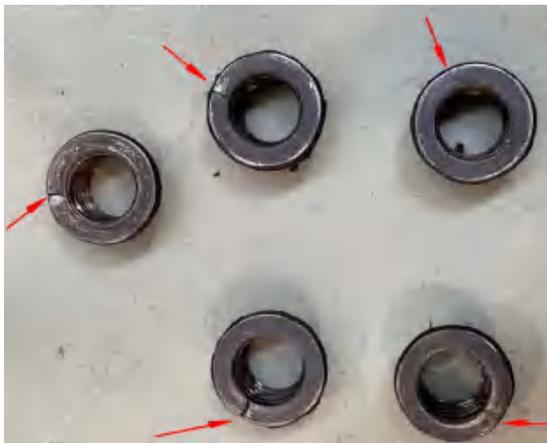


图2 螺帽长时间高温下受力导致产生裂纹

③主起落架特氟龙衬套老化脱层。由于老龄训练飞机主起落架承受高频率的飞机起降，导致主起落架特氟龙衬套脱落。图3中是某架进行16000小时结构检修的老龄飞机的主起落架特氟龙已经完全和衬套脱离的情况，该特氟龙已经完全套在主起落架弹簧管上，不能起到任何缓震和防磨作用。特氟龙脱落后会导致起落架弹簧管的严重磨损和损伤，使得飞机着陆性能下降，严重可能会导致飞机降落时发生侧翻事故。由于在航线的定检工作中没有涉及对该衬套的检查内容，只有在间隔2000小时进行的结构检修时才会检查，较长的检查周期可能导致特氟龙脱落的起落架弹簧管受损严重并造成事故，建议航线定检工作中加入该项检查内容。最简单方便的检查方法就是掀开地板，打开检查口盖对该部位进行目视检查。

Cessna172型飞机驾驶舱门为机身两侧各有一扇外推式驾驶舱门。每扇舱门主要由蒙皮，内部装饰隔音棉材料，舱门锁组件，舱门铰链、手柄和舱门限位器等组成。由于舱门

长期高频次的使用，导致驾驶舱门也是老龄飞机故障的多发位置。



图3 特氟龙和衬套完成脱离

①舱门限位器断裂。当舱门打开大于一定角度时，位于其连接铰链附近的舱门限位器可以将其保持在打开位。由于长期的重复开关舱门，导致舱门限位器断裂，使得舱门不能固定保持在打开位。发现此类故障只需要更换舱门限位器就能排除。②舱门锁弹簧断裂。大量的老龄飞机由于舱门锁使用频次太高，使得舱门锁机构失效，不能正常关闭舱门。这种故障通常是我们的舱门锁内部的弹簧断裂。我们知道弹簧的设计都是有疲劳寿命的，当超过其疲劳寿命后就会发生弹簧断裂，使舱门门锁机构失效。我们只需要取下舱门锁机构更换掉断裂的弹簧就可以排除此类故障。③另外，对老龄飞机长期的结构检修中，我们还发现大量飞机舱门铰链处的连接销钉在长期使用中也会出现较大的磨损。所以我们建议对该销钉也进行定期的检查和更换，以免造成舱门脱落的风险^[4]。

4 结语

虽然近几年由于疫情的影响，我国通航业的发展受到巨大的冲击，但是通用飞机逐步老龄化的事实不可改变。我们必须确保老龄飞机的持续适航性和运行安全。论文通过对Cessna172型飞机的结构检修过程中发现的普遍结构故障，普遍操纵系统故障，普遍主起落架故障和普遍驾驶舱门故障进行梳理和总结，让广大从业者可以从中获得宝贵经验，在面对国内日益增多的老龄化Cessna172型飞机维修时，可以少走弯路，迅速找到检查重点，提高维修质量和效率，保障该机型老龄化的安全飞行。

参考文献

- [1] 阎成鸿.Cessna172R型飞机机型培训教程[M].北京:航空工业出版社,2008.
- [2] Cessna Aircraft Company. Cessna 172R aircraft maintenance manual[S].Cessna Aircraft Company.
- [3] 蒋杨.Cessna172飞机14000h深度大修结构故障分析[J].科技创新导报,2020,17(17):2.
- [4] 蒋杨.Cessna172飞机10000小时结构大修典型故障分析[J].黑龙江科技信息,2020(11):10-11.