

航空装备维修概述

屈伟强* 王智勇

中航西安飞机工业集团股份有限公司 陕西 西安 710089

摘要: 本文详细阐述了维修的定义, 航空装备维修的内涵、航空装备和民航维修的类型和级别, 航空装备维修思想及其发展过程, 并最终介绍了科学航空维修的内容。

关键词: 航空装备; 维修; 级别; 维修思想

DOI: <https://doi.org/10.37155/2717-5197-0307-6>

引言

航空装备维修和维修技术的研究是伴随着航空装备本身同步发展的一门综合性应用科学, 当前, 我国航空装备维修处于积极良好的阶段, 研究其自身的内涵, 修理方式, 修理级别, 修理思想的发展, 其目的是通过掌握和分析这些理论知识, 对熟练掌握航空装备维修的基础理论知识有着积极的意义, 并且对照我们当前航空装备维修的机制流程, 有着一个很好的借鉴和修正作用, 确保航空装备维修的有效发挥。

1 维修与航空装备维修

1.1 维修的概述

维修, 顾名思义, 就是维护和修理。维护, 保持某一事物或者既定状态不消失、不衰竭, 相对稳定; 修理, 使损坏或者损伤的东西恢复到能重新使用, 即恢复其原有的功能; 维修, 即为使装备保持、恢复和改善规定的技术状态所进行的全部活动, 其最终的目的是提高装配的使用效能, 这种认知应该是较为准确的说明了“维修”的本质属性^[1]。

1.2 故障及其分类

(1) 从维修的本质属性及其发展过程来看, 维修可以看做是一种与飞机故障做斗争的创造性的全程活动与最终表现出的结果。根据GJB451A-2005《可靠性维修性保障性术语》, 故障是指产品不能执行规定功能的状态, 对不可修复的产品称其为失效, 如航空产品液压附件、执行功能性的组件等。

(2) 故障按其发展的过程, 可分为功能性故障与潜在性故障。功能性故障是指产品已经丧失其规定的功能状态, 简称故障; 潜在性故障是指产品将不能或者在未来规定的某一时段内不能完成规定功能的可鉴别或可预判的状态。如飞机轮胎在飞行磨损过程中, 一般情况是先磨去胎面胶, 然后露出胎身帘线层, 最后在飞行滑跑时发生故障, 那么露出胎身帘线层就是飞机即将不能完成规定功能的可鉴别状态, 即为潜在性故障, 这种故障不能提前预判。

(3) 故障按其可见性可分为明显功能故障和隐蔽功能故障。明显功能故障, 是指正常使用飞机的人员能够目视或者通过一些简单的检查手段发现的故障。例如, 人员目视看到正常使用的飞机液压附件的结合部位有大量油迹流出, 这就属于明显功能故障; 隐蔽功能故障是指必须飞机停机后静止状态做详细检查或者具体测试某些技术参数后才能发现, 例如, 维护人员通过气压表检查飞机起落架缓冲支柱内的压力明显下降, 这些就属于隐蔽功能故障。

(4) 故障按其相互关系可分为单个故障和多重故障。单个故障是指由装备或其部件自身引起的原发性或继发性故障; 多重故障是指由连续发生得两个或两个以上独立故障所组成的故障事件。多重故障与隐蔽性故障有着密切的关系, 如果隐蔽性功能故障没有即时被发现或排除, 它与另一个单个故障结合, 就会造成多重故障, 可能发生严重后果, 甚至会造成机毁人亡^[2]。

2 航空装备维修概述

2.1 航空装备维修的内涵

(1) 航空装备维修是指是其保持、恢复和改善规定的技术状态所进行的全部活动, 航空装备维修是一个多层次、多环节、多专业的保障机制, 包括维修思想, 维修体制, 维修类型, 维修方式, 维修专业, 维修控制、维修手段、维

*通讯作者: 屈伟强, 男, 汉族, 1989.03, 陕西临潼, 本科, 中级工程师。研究方向: 机械与电子控制工程。

修作业等,并以维修管理贯穿其中,使之相互联系,相互作用,构成一个有机整体。

(2) 航空装备维修的任务:为了保持航空装备的技术状态不发生变化,或一旦发生故障,能及时地恢复到规定的技术状态。

(3) 航空装备维修的目的:经常保持和迅速恢复飞机完好状态,保证飞机的最短反应时间、最大出动强度和持续作战使用能力,保障飞机大规模、高强度和持续作战的使用要求。

2.2 航空装备维修的分类

(1) 预防性维修,是指通过对航空装备的检查、检测,发现故障征兆以防止故障发生,使其保持在规定状态所进行的各种维修活动,包括擦拭、注油润滑、结构位置调整、更换易损件和定时拆装检查等。

(2) 修复性维修,是指航空装备发生故障后,使其恢复到规定技术状态所进行的维修活动,也称排除故障维修或修理^[3]。主要包括故障判定、故障隔离、分解、更换、再次装配、调整、校验以及修复损坏件,最终验证等。

(3) 改进型修理,是指利用完好状态的航空装备,对其进行经过批准的改进和改装,以提高装备的战术使用性能,可靠性,适时先进性,使之适合某一时段的特定用途。

(4) 定时型修理,是指航空装备在规定的修理年限或者飞行小时到达之后,依据飞机规定的修理技术文件对飞机进行的特定维修活动。

(5) 战场抢修,又称为战场损伤评估与修复,是指在战斗中航空装配遭受损伤或发生可修复的故障后,在损伤评估的基础上,采用快速诊断与应急修复技术使之全部或部分恢复到必要功能或自救能力而进行的航空装备战场修理活动。

3 航空装备维修方式

航空装备维修方式是指航空装备维修时机和工作内容的控制形式。一般来说,航空装备维修工作内容需要着重界定的是拆卸维修和深度、广度比较大的修理^[4]。

(1) 定时方式,是按规定的时间不牵扯其当时的技术状态而进行的拆卸的工作方式。

(2) 视情维修,是指当装配或其机件有功能故障时,即进行的拆卸维修方式。

(3) 状态监控方式,是指在航空装配发生故障或出现功能失常现象以后进行的维修,也称为事后维修方式。

4 航空装备维修工作的类型

(1) 保养,是指在不影响航空装备使用性能的同时,对其进行的一种简单维护的活动。

(2) 操作人员监控,是指航空装备人员利用一定监测手段或设备,对航空装备使用性功能进行的一种实时监测活动。

(3) 使用检查,是指对航空装备进行非固定性活动使用之后的一种人为查看活动。

(4) 功能检测,是指利用一定的工装设备手段,按其技术状态规定的要求,对航空装备的功能性部附件进行的一种测量活动。

(5) 定时拆修,是指在一定的规定时间或飞行架次(飞行小时)到达之后,对航空装备进行拆解及修理的活动。

(6) 定时报废,是指在报废的规定时间或飞行架次(飞行小时)到达之后,对航空装备按其规定要求进行相应的报废活动。

(7) 综合工作,是指按照航空装备的规定的技术状态要求,对其全部的专业系统进行的一种全面工作活动。

5 航空装备维修级别

航空装备维修级别,是根据航空装备维修的深度、广度及维修装备状态及所处场所划分的维修等级,一般分为基层维修、中继级维修和基地级维修^[5]。(注:修理级别在航空装备没有明确定义,这部分可进行探讨重新定义。)

(1) 基层维修,是由直接使用航空装备的单位对其装配进行的维修,主要包括日常维护保养、周期性检测、定期检修、一般性改装、飞机结构轻微修理和轻度战伤飞机抢修等。

(2) 中继级维修,是由航空维修机构对装备所进行的维修,主要包括飞机机体结构中修,机载设备、机件的中修、大修,部分零组件的修配、调整及制造等,较大的改装和战伤飞机的抢修等。

(3) 基地级维修,是由专门的航空修理厂或航空装备制造厂商对航空装配进行的维修,主要包括航空装备大修、技术复杂的改装、事故修理、零组、备件制造,飞机抢修支援或技术支持等。

6 民航维修工作级别

6.1 民航领域分为定检维修和航线维护

定检维修分为A检, B检, C检, D检,共四个定检级别。

航线维护分为过站,航前,航后,共三个定检级别。

6.2 欧美飞机的定检周期

一般按飞行小时或起落架次分为A、B、C、D检等级别,一般来说 $4A = B$, $4B = C$, $8C = D$ 。

6.3 D检

D检又叫大修、翻修;是飞机长期运行后的全面检修,必须在专用维修基地的车间内进行,飞机停场时间在10天以上。D检是最高级别的检修,对飞机的各个系统进行全面检查和维修。由于D检间隔一般超过1万飞行小时,很多飞机会在D检中进行改装或更换结构和大部件。理论上,经过D检的飞机将完全恢复到飞机原有的可靠性,飞机飞行将从“0”开始重新统计。

6.4 A检

A检无须专门的飞行日来作停场维修,利用每日飞行任务完成后的航行后检查时间来进行此项工作,对于同一机型A检的飞行间隔时间也不一定是固定的,飞机运营者、航空公司维修部门根据飞机的实际运行状况、维修经验的积累等运行进行相应调整,适当延长以减少不必要的维修费用^[6]。

7 航空装备维修的特点

- (1) 高安全性
- (2) 技术复杂性
- (3) 快速反应
- (4) 综合保障性
- (5) 环境适应性
- (6) 高消耗性

8 航空装备维修思想及其发展过程

8.1 以“预防为主”的维修思想

(1) 20世纪40年代以前,一般运用“事后维修”的指导思想,50年代初逐渐运用到“预防为主”的维修指导思想。

在航空事业发展的最初年代,飞机的设计、制造比较简单,任何一个机件出了故障都有可能直接危及飞行安全,从而形成了对维修的基本认识,即机件要工作,工作要磨损,磨损出故障,故障危及安全。基于这种对装备结构特性和故障规律的感性认识,要求维修工作走在故障的前面,采取事先预防故障的维修措施。

(2) 以“预防为主”的维修思想的基本观点是认为预防维修与使用可靠性之间存在因果关系,即认为每个机件的可靠性都与使用时间有直接关系,都有一个可以找到的并且在使用中不得超越的返修时限,到时必须翻修,翻修得越彻底,分解的越仔细,防止故障的可能性就越大,飞机就越安全。由于认为机件磨损是由时间直接引起的,因此,定时维修就成为预防性维修的唯一方式,由于没有先进的检测手段,只要靠直观检查,于是,拆卸分解的离位维修就成为预防性维修的唯一方法。

8.2 以“可靠性为中心”的维修思想

(1) 有些类型故障,无论做多少工作仍然不能防范,有些装备过分强调定时维修,全面拆解,反而诱发许多了认为故障。这些因素迫使人们对传统的以预防为主的维修思想进行再思考,从而催生出了以可靠性为为中心的维修思想,其基本思想诞生于20世纪60年代。

(2) 以可靠性为中心的维修思想,认为航空维修的出发点和落脚点是装备的可靠性,通过维修来控制或消除使航

空装备可靠性下降的各种因素,保持或恢复航空装备的固有可靠性。以可靠性为中心的维修思想是对航空装备维修的客观规律认识的深化^[7]。以可靠性为中心的维修思想和以预防为主为中心的维修思想,都体现了积极主动的思想,都要求积极预防,掌握由量变到质变的规律,把故障消灭在萌芽里,防患于未然。

8.3 “全系统全寿命”的维修思想

所谓全系统,从航空维修自身来看,一方面,航空维修是由维修人员、维修对象、维修手段、维修体制、维修制度等诸多因素组成的系统;另一方面,在装备研制的同时统筹规划维修保障的有关因素,例如,各专业维修人员配备情况,设施,场地,设备,器材,周转和技术资料等,科学预测维修需求,统一规划和建立有效机制,制定维修制度等。

所谓全寿命,是指航空维修是航空装备系统管理的有机组成部分,航空维修应贯穿航空装备寿命周期全过程,以航空装备使用需求为牵引,认真做好航空装备从论证、研制、生产、使用到退役报废等各阶段的各项维修活动。

全系统全寿命的维修思想,以安全使用需求为牵引,综合考虑航空装备的可靠性、维修性、保障性和经济性,注重运用系统理论和科学方法来认识维修客观规律,注重从系统和发展的角度来规划维修工作,更加注重航空维修的科学性、有效性和针对性,因而可以更加有针对性,更科学,更深刻地反应航空维修的客观规律,更好地指导维修实践,是航空维修思想发展演进的一个新阶段,也是航空维修由经验维修向科学维修迈进的一个新的里程碑。

9 航空装备科学维修

9.1 我国航空装备维修的发展概况

1949年11月,中国人民解放军空军正式成立后,各地的航空装备修理厂归空军统管。1951年,根据中央军委和政治院的决定,除中、小修理仍有空军部队修理厂承担外,空军将所属的16的航空装备修理工厂和两个航材库全部移交给国家航空工业局。空军的飞机由航空工业局所属工厂负责大修。这期间,航空工业局所属的航空工厂为空军修复了大量的飞机。为使航空工业集中力量研制生产新型装备。从1954年开始,航空工业局陆续将飞机的修理工作转交给空军负责。

20世纪80年代以后,随着我国民用飞机架次的增多,逐渐出现了民用飞机维修基地,如北京维修工程有限公司,沈阳飞机维修基地等,一些航空公司和大部分机场也都有基层级航空装备维修能力,例如,军、民机修理厂。

9.2 航空装备科学维修的基本内涵

航空装备科学维修,是以科学的维修理论为指导,以科技进步为依托,以保持、恢复、改善航空装备可靠性和实现维修综合效益最佳化为目标,遵循客观规律,组织实施合理、适度、及时、有效的维修。

传统的经验维修是建立在对航空装备作战使用和故障特性直观认识基础上的,它以维修的感性认识(经验)为指导来确认维修内容、时机和方式方法,带有一定程度的主观性、局限性和盲目性;科学维修以维修的理性认识(维修理论)为指导,遵循维修的客观规律来确认维修内容、时机和方式方法,是一种适时、适度、针对性很强的维修,既讲技术可行性,又讲经济性,追求以最经济的维修资源消耗获取最佳的维修效果。

9.3 航空装备科学维修的基本原则

- (1) 理论先行
- (2) 需求牵引
- (3) 技术推动
- (4) 科学管理
- (5) 质量第一
- (6) 依法维修
- (7) 以人为本
- (8) 自主创新

9.4 航空装备维修技术的内容

9.4.1 故障诊断技术

飞机的故障来源主要有两类,一是系统性来源,从某种意义而言是不可避免的;二是随机性来源,即由偶然因素引起的。现代飞机很多机载设备,往往无法事先确认其技术状态,寿命周期值或可靠性衰退的程度,发生故障是完全

随机的,常采用状态监控的方式进行维修,即在飞机的日常使用中,经常会有故障报告,而且需要进行处理或维修。

故障诊断技术包括检测技术。信号处理技术、识别技术和预测技术等,主要是应用各种无损检测、计算机自动诊断、扫描电镜、电子探针以及各种分析等技术手段,实现对装备、子系统及零部件故障的快速分析,定位。

9.4.2 维修工艺技术

维修工艺技术包括飞机结构修复技术、零部件修复技术、表面修复技术等。主要应用钣金成型、机械连接、铆接、焊接、胶接、热处理、表面处理、表面强化、喷涂等工艺手段,对飞机整体及其系统零部件进行维护维修,提高使用可靠性,延长使用寿命,对损伤的结构、机械零部件、系统元器件实施修复,已恢复其功能和性能,保障飞机任务和航空运输的正常进行。

维修工艺是伴随着飞机设计、制造和材料、工艺等技术的发展而不断发展进步的,随着航空装备的维修思维的发展,现代飞机的维修更加侧重于新技术、新材料、新设备、新工艺的研究与应用。例如,新型复合材料结构修理技术、整体油箱密封修理,起落架整体退漆技术等,以提高修理的质量、效益、速度和机动性,满足飞行任务的要求。

由于维修差错引起的重大飞行事故:

- (1) 1994年西安某型机飞机空难,160人遇难,中国航空史上最大空难。
- (2) 1985年日航B747空难,520人遇难,世界史上单机最大空难。
- (3) 1988年美国Aloha事故,飞机飞行过程中蒙皮脱落。
- (4) 1990年英航BA5390航班挡风玻璃在飞行过程中脱落。
- (5) 2002年中华航空公司747-200空难,飞机空中解体,225人遇难。

10 结束语

近年来,随着航空事业的迅猛发展,航空装备的制造及其使用都处于一个井喷的状态,大量新型军用航空装备列装部队,所以航空装备的保障工作的复杂性、技术含量有效性显著提高,特别是战略性战机,无人机,舰载机等,这些新型先进飞机的维修模式与传统的维修保障发生了显著变化,对维修标准有了更高的要求,这也要求我们必须制定出一套合理、严谨,高效的航空装备维修流程机制。

参考文献:

- [1]郑东良,航空维修理论,北京:防工业出版社,2007:104-105.
- [2]张凤鸣,郑东良,吕振中,航空装备科学维修导论,2006:253-254.
- [3]代永朝,郑东良,飞机结构检修,北京:航空工业出版社,2006:106.
- [4]飞机结构维修指南,中国民用航空局科技教育司编著,北京航空航天大学出版社,1993:120-121.
- [5]汪定江,夏成宝,航空维修表面工程学,北京:航空工业出版社,2006:223-224.
- [6]虞浩清,庄华,航空机械基础,北京:中国民航出版社,2006:56-57.
- [7]任仁良,维修基本技能,北京:清华大学出版社,2010:112-113.