

**CIVIL AIRCRAFT  
MAINTENANCE**

# 民用航空器 外场维修

王再兴 / 主编

中国民航出版社

# 民用航空器外场维修

王再兴 主编

郑宝书 主审

中国民航出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

民用航空器外场维修/王再兴主编. —北京: 中国民航出版社, 2000.8  
ISBN 7-80110-394-7

- I. 民…
- II. 王…
- III. 民用航空-航空器-维修
- IV. V267

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 39985 号

## 民用航空器外场维修

王再兴 主编

---

出版 中国民航出版社  
社址 北京市朝阳区光熙门北里甲 31 号楼 (100028)  
发行 中国民航出版社  
电话 64290477  
印刷 北京宏伟胶印厂  
照排 中国民航出版社激光照排室  
开本 850×1168 1/32  
印张 7.75  
字数 200 千字  
版本 2000 年 8 月第 1 版 2000 年 8 月第 1 次印刷  
印数 1—4 000 册

---

书号 ISBN 7-80110-394-7/V·140  
定价 14.00 元

(如有印装错误, 本社负责调换)

# 前 言

按照“民用航空器维修许可审定的规定”，对民用航空器和 / 或航空器部件的维修工作分类为：校验、改装、修理、翻修、航线维修和定期检修。航线维修本来的界定，是指对民用航空器的短停（过站）、航行前、航行后的维修。为适应当前我国大多数航空公司维修组织所担负维修工作等级阅读的需要，本书内容还涵盖了结构检查（不含）以下的各级定期检查工作。相对于结构检查被通称为内厂修理，航线维修和定期检查亦统称为外场维修。它是航空器维修工程系统的一个环节，是民航运输生产的重要组成部分，对保证航空器的持续适航，对保证民航运输的安全正常，对提高民航企业的经营效益和竞争力，都具有极大影响。

自改革开放以来，我国民航事业迅速发展，到 1998 年底，共有 50 余家航空公司，其中运输航空公司 27 家，通用航空公司 24 家。在民航局注册的飞机 1004 架，其中运输飞机 523 架，通用飞机 278 架，教学、校验飞机 203 架。发展形势的特点是：航空公司多，机队规模小，机型多，经营管理水平和维修能力未能适应发展的要求，特别是一线维修力量即外场级维修薄弱，应引起维修管理者和民航运输企业领导人的充分关注。在跨世纪的今天，中国民航维修界面临的当务之急之一即是要深入研究外场维修的理论特点和运作程序，加强外场维修队伍的建设，重视人员培训和资金管理，重视引进先进的测试诊断设备，从实践和理论的结合上，尽快把中国民航的航空器外场维修不断向现代化推进。

本书面向外场维修第一线广大工程师、管理人员、技术员和技术工人，以外场维修的实施为核心主线，联系整个维修系统的运转，论述外场维修的地位、重要性、特征、主要内容及相关知识，突出贴近中国民航实际及可操作性的特点。

本书分十章。第一章和第十章由王再兴编写；第二章由郑宝书编写；第三章和第四章由冯锦昌编写；第五章和第六章由成凤星编写；第七章由王迁编写；第八章由姜和平编写；第九章由栾和森、万勇、杨鹏编写。本书编写者大都终生从事航空器维修事业，他们几乎经历了新中国航空器维修发展全过程的各个阶段，对改进航空器外场维修的重要性、必要性和迫切性，深有所感。在编写过程中，承蒙民航总局有关司、处，中国国际航空公司，中国东方航空公司，北京飞机维修工程公司，北京民航志编委会等大力协助，谨致谢意。由于视角所限，不当之处，敬请读者指正。

编者

2000年6月

# 目 录

## 第一章 我国航空器维修发展的回顾

- 1.1 初始阶段——专职维修人员和专门维修机构  
从无到有的发展 ..... (1)
- 1.2 新中国建国初期至 70 年代——维修方式和  
维修组织，在原苏联模式的基础上走自己的路 ... (2)
- 1.3 维修方式的演变和维修组织的变革——逐步  
与国际接轨 ..... (4)
- 1.4 “安全第一，预防为主”的维修指导思想被  
广泛认同 ..... (6)
- 1.5 外场维修——“外场”的含义及其沿革 ..... (9)

## 第二章 航空维修理论概述

- 2.1 航空维修理论的定义 ..... (11)
- 2.2 航空维修理论研究的范畴 ..... (11)
- 2.3 《以可靠性为中心的维修》的概述 ..... (14)
- 2.4 MSG-1/2 文件的简介和应用实例 ..... (22)
- 2.5 MSG-3 文件的简介和应用实例 ..... (27)
- 2.6 前苏联民用航空器维修理论简介 ..... (41)

## 第三章 维修大纲的实施

- 3.1 维修大纲的由来 ..... (54)
- 3.2 维修大纲及其产生简介 ..... (55)

3.3	维修大纲的主要内容·····	(57)
3.4	维修大纲在航空器运行全过程中的作用·····	(58)
3.5	维修大纲的特点·····	(59)
3.6	维修计划文件·····	(60)
3.7	维修方案·····	(62)
<b>第四章 机型维修手册使用导引</b>		
4.1	手册范围·····	(65)
4.2	手册在维修作业中的作用·····	(66)
4.3	手册的培训·····	(67)
4.4	手册的管理·····	(68)
4.5	如何认识手册·····	(68)
4.6	手册使用简介·····	(70)
4.7	手册的修改类型·····	(79)
4.8	手册的责任者·····	(79)
4.9	注意各类手册中提示用词·····	(80)
4.10	重视服务通告清单的作用·····	(80)
4.11	维护经验的作用·····	(81)
4.12	手册颁发发展趋势·····	(81)
<b>第五章 航线维修和定期检修</b>		
5.1	概述·····	(83)
5.2	维修工作的分类·····	(85)
5.3	组织一个维修单位应遵循的有关规定·····	(91)
5.4	一个维修单位应准备的文件·····	(94)
5.5	维修单位必须具备的组织机构·····	(100)
5.6	“航线维修”与“定期检修”组织实施中的 差异及注意事项·····	(117)
5.7	“航线维修”和“定期检修”中的几点体会·····	(122)

## 第六章 航线维修的质量管理

- 6.1 概述 ..... (126)
- 6.2 质量管理和“飞机维修质量管理”的特殊性 ... (126)
- 6.3 坚持“质量第一”原则 ..... (128)
- 6.4 维修质量管理的基础知识 ..... (130)
- 6.5 面向实际, 实施飞机维修质量管理 ..... (139)
- 6.6 航线维修质量管理的特点 ..... (150)
- 6.7 航线维修质量管理具体做法的介绍 ..... (155)

## 第七章 飞机维修成本的控制

- 7.1 维修成本的概述 ..... (168)
- 7.2 航空公司的营运成本 ..... (170)
- 7.3 维修成本的构成 ..... (174)
- 7.4 控制和降低维护成本的途径 ..... (179)

## 第八章 航材管理

- 8.1 树立航空企业的管理意识 ..... (183)
- 8.2 落实航材适航管理规定 ..... (184)
- 8.3 航材服务水平与经济效益 ..... (186)
- 8.4 航材计划决策与控制 ..... (189)
- 8.5 附件控制与送修 ..... (198)
- 8.6 航材时控件的控制 ..... (203)

## 第九章 现代飞机电子系统与维修

- 9.1 数字式综合电子系统概述 ..... (206)
- 9.2 故障分类与排故方式 ..... (207)
- 9.3 数字式综合电子系统的应用水准 ..... (210)
- 9.4 维修产业结构调整中的机遇与挑战 ..... (213)
- 9.5 信息维修技术的应用与推广 ..... (217)
- 9.6 飞机维修信息系统与软件的开发应用 ..... (220)



9.7	管理与培训模式的变革 .....	(221)
9.8	近期、中期维护要点 .....	(222)
<b>第十章 外场维修人员的岗位培训</b>		
10.1	外场维修人员的知识结构 .....	(224)
10.2	外场维修人员的岗位培训 .....	(226)
10.3	岗位培训的组织建设 .....	(228)

# 第一章 我国航空器维修发展的回顾

航空器维修，是指对航空器和/或航空器部件所进行维护、修理、检查、更换、改装和排放的总称。它具有多因素、多变动、多目标的活动特点，是完成飞行任务的重要技术保证。随着航空器技术装备的日益复杂和机队的扩大，航空器维修对航空器使用的安全性、有效性和经济性，愈来愈产生重大的影响。

## 1.1 初始阶段——专职维修人员和专门维修机构从无到有的发展

据史料记载，1910年，被誉为民国第一飞行家的冯如自制飞机在美国试飞成功，1911年，回广州举行飞行表演。当时，飞机的制造者就是驾驶员，同时也是维修人员。1912年，孙中山就任临时大总统后，设立航空局，在广州、杭州、昆明、南京等地建立飞机场和飞机修造厂，1913年，北京民国政府在南苑建立航校，包括停放飞机的棚厂和装配修理飞机的工厂，但专职维修人员都很少，飞机维修从属于装配制造。1919年，北洋政府曾贷款买进135架飞机，就因缺乏维修，大批飞机机件锈蚀，加之经费不足，有一半飞不起来。这应该是重使用、重装配制造，轻维修，或说是不出故障不做维修保养的必然后果。

20年代以后，飞机构造日益复杂，制造使用维修才逐渐分

离，出现了专门的飞机维修机构，如 1931 年的南苑飞机维修厂，就设置了维修飞机的专职机械员，负责维修过往北平的飞机。之后，维修专业的分工，随着科学技术的发展，也不断细化和调整。1930 年，中美合伙创办的中国航空公司（简称中航），以及 1934 年中德合资经营的欧亚航空公司，都先后将维修专业由单一的机械分化为机械、无线电和仪电。1943 年，欧亚航空公司改组为中央航空运输股份有限公司（简称央航），与中航并称“两航”，是旧中国的两大骨干航空公司，有相当的机群规模，主要机型为 C-46、C-47、DC-3、CV-240 等美制飞机，沿用美国的维修体制，分外场维护和内场修理，分别负责过站勤务和修理改装。外场只做航前、航后、短停的检查、排故及例行勤务保证；内场做飞机及其附件的修理、定期检查和改装。实质上，与现今的维修组织类似。当时“两航”的许多技术骨干都在美国学习过，维修能力相当可观。后来，他们大部分参加了“两航”起义，成为新中国民用航空器维修队伍的重要组成人员。

## 1.2 新中国建国初期至 70 年代——维修方式和维修组织，在原苏联模式的基础上走自己的路

中华人民共和国建国后不到一年，1950 年 7 月 1 日，即在北京成立了中苏民用航空股份公司，1954 年 12 月，该公司的苏联股份全部移交中国政府，由中国民航局统一领导和经营管理。开始运营时的机型，主要是“两航”起义飞过来的 C-46、C-47 型美制飞机，后因器材缺乏被逐步淘汰，并陆续购进一批苏制飞机，主要机型为里-2 和伊尔-14，到 1957 年底，机队规模达 64 架，1959 年和 1971 年又分别引进一批伊尔-18 和伊尔-62 大型客

机。这些苏制飞机，构成了当时中国民航机群组成的主体。

维修组织，开始是飞机养护组，后扩编为飞机维护队，设外勤及内勤车间，分别负责停机坪维护工作和内场修理工作。当时的界定是，停机坪维护包括：航线来往飞机 100 小时以下的维修工作、排故及例行勤务保证；内场修理包括：本航线飞机的高级检修，即飞行 200 小时后的定期工作、更换发动机及部附件修理。

60 年代中期，我国民航维修组织常见模式通常为三级层次：

——负责航线维修及低级定检（100 小时以下）的外场机务大队或中队（分队）；

——负责高级定检（200 小时以上）、部附件修理校验以及机械加工的内场修理中队（分队），基地修理厂（航修厂）；

——负责飞机、发动机、部附件翻修，加改装，标准件制造等的飞机修理厂，如 1960 年 11 月 24 日成立的中国民用航空局 101 厂，以后又陆续组建的民航 102 厂和民航 103 厂。

这段时期，基本是采用单一的定时维修方式，即不管飞机机件本身状况如何，用到一定时限，就进行检修、翻修或更换。维修的方法，主要靠拆卸分解和大量的离位检查。这种维修方式赖以产生的理论基础，是浴盆形曲线描述的可靠性模型，并根据一种直观的设想，认为机械零件在使用过程中会产生耗损，故任何一种装备的可靠性，都与其使用时限有关；检修的间隔时间越短，检修的次数越频繁，拆卸分解的范围越广越深，似乎预防故障的可能性就越大。当时，许多维修单位开展过飞机“四无”（无故障、无缺陷、无锈蚀、无外来物）活动，尽管现在看来，这种提法不够严谨，但在当时条件下，对提高维修质量，起到过积极作用。接着，有的维修单位开展了“普查普整”，即分期分批将一些老龄机件从飞机上拆下，进行分解检查，检修校验后，

再装回飞机使用。人们主观以为，这样做可以预防故障的发生，但实践证明，并不是预防故障的好方法，拆卸分解虽然发现了一些故障隐患，同时，却引发了更多的早期性故障，因而，很快被多数维修单位所否定，提出了“反对盲目拆卸”的口号，兴起了多种不需拆卸分解，根据量变防质变的预防故障的方法研究。60年代初，空军飞机维修部门总结的“夏北浩检查法”影响到民航，它把认真负责的工作态度和按路线做检查项目，以及掌握故障规律等科学方法结合起来，从总体上体现了当时维修思想的两个基本点：一是把安全放到第一位，强调对党，对国家财产，对空勤组生命三负责；二是坚持预防为主，提倡总结运用手眼耳鼻等感官，掌握机械和性能参数变化的规律。呈现了突破单一的定时维修方式，注重预防性维修思想的胚芽。

### 1.3 维修方式的演变和维修组织的变革——逐步与国际接轨

1971年10月，联合国大会通过了恢复我国在联合国一切合法权益的重大决议；同年11月，国际民航组织第74届理事会第16次会议通过决议，承认中华人民共和国的代表为中国惟一合法代表，并于1974年9月，选举中国为国际民航组织理事国。国际关系的新变化和中外交往的新发展，推动着我国民航运输事业前进的步伐，并促使中国民航进入国际民航活动的新阶段。

60年代中期，我国开始引进英制子爵号涡桨发动机飞机和三叉戟喷气发动机飞机。1971年，引进美制波音707四发喷气式飞机，80年代以后，大批欧美飞机如波音747、767、737、757、777，MD-82，A300、A310、A340，MD-11等，取代苏制

飞机而构成中国民航的主力机群。维修方式，自然沿用制造厂家推荐的维修大纲，一般都由机务大队（中队）担负航前航后短停维修和结构检查（不含）以下的定期工作；航修厂担负部附件的校验修理；大修厂担负结构检查和重大的改装。这期间，西方和原苏联以可靠性为中心的维修理论在我国维修界广为传播，提出了与传统维修思想不同的新观念，要点如下：

(1) 航空装备的可靠性和安全性，是由设计制造所决定的固有性能，只有改进设计才能提高其可靠性和安全性，有效而及时的维修，只能保持和恢复其固有水平，但不能提高它，维修不良，反而会降低其可靠性和安全性。

(2) 安全性是重要的，当分析故障对安全性有不利影响时，必须确定应做的维修工作。与安全无关的维修工作，只有在经济上是合理的时候才做。

(3) 定时维修方式的分解检查，虽然能判明项目有无故障，但不能有效鉴定零件可靠性下降的程度。用先进的检测手段进行原位检测和监控，在很多条件下可以代替传统的离位检查。

(4) 复杂系统的故障不遵循浴盆式数学模型描述，其概率很难确定，必须建立完备的数据收集和分析系统。

这些论点，与我们长期实践摸索出的一些结论性概念，许多是不谋而合的，因而很快为我所用，推动了维修方式和维修管理体制的改革。

1980年6月16日，民航局在北京首都机场组建了我国第一个维修基地，将原来的机务大队、航修厂（民航101）、大修厂、航材处、机务处合而为一，从组织结构上实现了外场维护、内场修理的合一，实现了生产、技术、航材保证的合一。变内外场分割的管理形式为系统管理，特别为适应现代维修管理的要求，强化了信息管理，建成了比较灵敏的数据收集分析系统，成立了独

立的质量检验系统和健全的质量控制、技术保证系统。从而使维修管理由过去主要是物流管理，转变为物流、信息流平行管理，且信息流的成分猛然加大的格局。这是维修工作的一大飞跃。维修基地组织形式的基本构架是：航班飞机内外场保证统一指挥协调的基地职能机关——计划生产处、技术处、质量控制处、航材处、外站处和其他科室；实施维修生产的有：组织外场维修（航前、航后、短停维护及 A、B 级检查）的机务大队，担负 C 检和 D 检的飞机维修部，担负发动机修理、单元体检查的发动机维修部，担负部附件修理校验的附件维修部，担负零备件制造及表面处理的机械加工部。实践表明，这种组织形式尽管还存在缺陷，但从发展看，还是有生命力的，富有成效的。是实行“以可靠性为中心的维修”之可行组织形式。

1989 年 8 月，中国国际航空公司与德国汉莎航空公司以北京维修基地为基础，合资成立北京飞机维修工程公司，使这种组织形式得以完善和深化。接着，广州民航与美国合资成立广州飞机维修工程公司，各大航空公司先后按新的维修理论调整了维修组织，采用新的维修方式，逐步实现与国际民航接轨。

#### 1.4 “安全第一，预防为主”的维修指导思想被广泛认同

从我国维修实践的演变看，维修指导思想的成型，确实经历了曲折的道路。在理论思维上出现过形而上学，以“发现一点，检查全面”作为维修决策的依据，以“多做工作，频繁检查”作为预防故障的主要手段。在实际工作中，产生过盲目拆卸或大拆大卸。但是，“安全第一，预防为主”的口号，在广大维修人员

中，在空勤人员和党政领导层，都是深入人心的。1957年，周恩来总理对民航工作的一次批示中指出：“保证安全第一，改善服务工作，争取飞行正常”，成为这个维修指导思想的有力支撑和政治保证。这个指导思想，激励着维修工作者不懈地去探索新的维修理论，寻求更加合理的维修方式，研究故障规律，力争把维修工作做在航空器固有安全性、可靠性恶化到临界值之前。

“安全第一”的思想，对维修工作者而言，就是“质量第一”。狭义地说，是要求全体维修工作者，在进行每项工作时，都要时刻想着安全，一丝不苟，确保工作质量。广义地说，是要从总体上不断提高维修技术和维修管理水平，对航空器在整个使用期间的可靠性状况进行跟踪，确保航空器在允许的可靠性范围运行。对民航承运人而言，维修目标所追求的诸因素中，安全的分量最重，比做“泰山压顶”，在管理决策中，如果安全和正常，安全和经济发生矛盾时，宁可舍之于正常性和经济性，而要给安全性以更大的裕度。

我们坚持“预防为主”的思想，是基于事物是可以认识的这一基本观点。尽管认识是无止境的，对事物运动规律的认识掌握需要时间；尽管有些随机性故障的概率更难确定，但随着科技的发展，经验的积累，随着维修技术、维修管理水平的提高，认识也会加深，在今天认为难于预防的故障，终将能够找到预防的方法。这是辩证唯物论的前景，也是我们的信念，且当前已有实践的例证。

强调“预防为主”，还要求每个维修工作者，都自觉把自己的工作纳入保证维修质量的系统工程，严肃认真地把岗位工作做好。不仅是出了故障做事后的排除，还要经常掌握维修对象的技术状况，及时提出保持可靠性水平的措施，加快维修工作从技艺走向科学的步伐，大力开展维修理论的研究。



“安全第一，预防为主”的维修指导思想，在过去的维修实践中已显示了它的正确性和生命力，并将在今后的发展中继续发挥作用。有人说，安全第一的口号过时了，应该提正常性第一。这种议论不妥。固然，当前有的航空公司航班正常性较低，这对旅客和航空公司本身都是极大的困扰，但不能因此而动摇安全第一的口号。这是因为，在一定的装备条件下，安全和正常，都是管理的综合反映，各环节各岗位的工作都做好了，安全才有保证，正常性才能提高。从这个意义上说，安全和正常是统一的。但安全和正常有时也发生矛盾，特别在航前，一个故障突发了，在做是否与“安全有关”的逻辑决断时，我们强调安全第一的指导思想。按照可靠性理论，归根到底，逻辑决断在量值上是一种概率，在我国民航现有人员、设备、管理水平的条件下，应该把安全系数放大。当然，坚持安全第一的口号，其主旨是要求维修工作者忠于职守，做好工作，而决不能成为容忍不正常的借口。应在保证安全的前提下，不懈努力，不断为提高正常性而奋斗。

还有的资料把“预防为主”列为“早期维修思想”，和以可靠性为中心的维修理论对立起来，认为“预防”就是单一的定时预定维修方针，不适用于指导现代飞机的维修工作。其实这是一种误解，深入研究可靠性维修大纲不难发现，它所包含的内容有两大维修工作类型，一类是为预防装备的固有安全性和可靠性恶化，而按规定的间隔时间完成的预定工作；另一类则是，为使装备恢复到可接受的状态，而确定的非预定维修工作。非预定维修是根据预定维修工作、正常使用和数据分析中所发现的问题而安排的。两种类型的工作，贯穿于定时（HT）、视情（OC）、状态监控（CM）三种维修方式，或润滑/保养（LU/SV）、使用/目视检查（OP/VC）、检查/功能检查（IN/FC）、恢复（RS）、报废（DS）五项工作之中，体现的恰恰是“预防为主”的指导思想