

航空设备的技术使用

(俄)B·Г·沃罗比耶夫 主编

王福龄 译

空军第一研究所

航空设备的技术使用

(俄)B·Γ·沃罗比耶夫 主编

王福龄 译

空军第一研究所

1996年10月·北京·

内 容 提 要

本书是苏联解体前夕经民航部同意采用的最新的民航高等院校教材之一。全书分三篇，共 19 章，约 32 万字，图 109 幅，表 32 张。

书中介绍了当前俄罗斯民航工程勤务部门的组织体制状况，航空维修的对策、类型和方式，阐述了航空设备状况的诊断、预测方法和手段，讨论了航空设备技术使用的主要特点和效益指标，以及技术使用的信息保障和计量保障等问题。

该书对象为民航和军航院校学员和教师，航空公司、航空部队和航空修理厂的飞机设备维修人员及机关工作人员。对飞机设备设计人员考虑设备技术使用问题时，也有参考价值。

航空设备的技术使用

(俄) B·T·沃罗比耶夫 主编

王福龄 译

空军第一研究所出版发行

空军第一研究所印刷厂印刷

内部发行

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 18 字数 438 千字

1996 年 10 月 第一版第一次印刷

印刷数量 1—2000 册

序

航空装备维修理论，一直是航空界关注的重大问题。在我国，无论军航还是民航，都在进行深入的研究，并已经取得一些成果，获得了很大的军事效益和经济效益。

民航与军航在装备维修领域的基本规律是相通的，在可靠性与维修性、耐久性与寿命，以及安全性等问题上，没有理论上的区别。在组织管理上，虽然民航与军航的体制不同，但在质量控制、经济性管理、维修对策、维修大纲制订，以及效能控制等问题上，仍有很多共同之处。

多年来，我国的维修理论研究资料主要来自美国，而来自前苏联的较少。从现有的资料可以看出，前苏联在维修理论上走的是与美国不同的路子。例如在方法上，美国习惯于采用统计数学、逻辑决断和经验方法，而前苏联则主要是运筹学方法，包括数学规划、排队论、对策论等。这将给我们不少新的启示。

为了进一步扩大眼界，博采众长，在空军装备技术部领导下，空军第一研究所组织翻译出版了《飞机的技术使用》和《航空设备的技术使用》，两书反映了前苏联 80 年代末在维修理论研究上的新成果，相信两书的翻译出版将对我国的维修理论研究起到的推进、拓展和深化的作用。

刘凤山
一九九六年七月

翻 译 出 版 说 明

《航空设备的技术使用》(《Техническая эксплуатация авиационного оборудования》1990年莫斯科运输出版社出版)是由俄罗斯B·Г·沃罗比耶夫、B·Д·康斯坦丁诺夫、B·Г·杰尼索夫、Г·А·库利科夫、M·И·帕利奇克等人编写的一本讲述飞机设备使用维修的院校教材,主编B·Г·沃罗比耶夫。经前苏联民航部教育局同意,此书供民航高等院校作教科书使用。

“航空设备”一词是使用相当广泛而又未见明确定义的航空术语(起码在接触过的几本有关航空设备的书籍和苏联出版的大小百科、军事百科、海军百科等较权威词书中未曾看到)。根据此术语在书中的使用情况看,大体上有广狭两种含义。广义上,相当于我国所说的航空仪电和无线电电子设备;狭义上,即与无线电电子设备(РЭО)并提时,指航空仪表电气设备。随着航空事业的发展,飞机上采用了自动装置、计算技术和机载记录设备,控制与检查过程也实现了电气化,1988年前苏联人民教育委员会已批准将“航空设备”一词改为“航空电气化和驾驶导航综合设备”。由于新术语尚未推广,本书仍就使用旧词。

本世纪八、九十年代之交,前苏联民航面临着两种改革:一种是民航管理体制的改革,从三级管理改为两级管理,实行自主经营,独立核算,自负盈亏;另一种是航空技术装备的改革,一批新型飞机(伊尔-96-300、杜-204、伊尔-114等)的航空设备采用了新的总体设计,在大量使用电子计算机和微处理机的基础上,功能扩大,并向综合化的方向前进了一大步。由于增加了余度和自动检查装置,采取了失效隔离措施,使失效的发现和排除有了一定程度的保障,提高了飞行的安全性。与此同时,也给飞机的使用维修带来了新的问题。这本书的内容既总结了苏联民航飞机航空设备过去的使用维修经验,也叙述了未来航空设备使用涉及的可能遇到的问题,有着承前启后的意义。

前苏联与美国都是发达的航空大国,有着大致相同的发展经历,在飞机使用与维修上也遇到过相同问题的困扰。六十年代,美国联合航空公司首先提出了定时、视情和监控三种维修方式,使航空维修克服了定时维修的局限性,从定时维修为主进入了以可靠性为中心的维修时代。但是,在八十年代初发表的MSG-3飞机维修大纲制订指导文件中,避开了当时三种维修方式讨论中暂时遇到的概念含混问题,代之以具体的维修、报废和重新设计措施(见飞机系统和设备决断逻辑图),加强了维修大纲的操作性。与此同时,似乎也在维修方式的理论和实践的统一问题上留下了遗憾。从本书可以看出,前苏联民航理论界在技术使用的概念范畴内,以“使用方式”和“维护对策”代换“维修方式”的提法,扫除了隔在维修理论与实践之间的障碍,弥补了上述缺憾。这不能不说是对维修理论研究的一大贡献,无疑将对航空维修的发展产生重要影响。

本书涉猎面广,内容丰富,既有理论探讨,又有经验总结,是一本较好的讲解机载设备使用维修的书籍。除供民用和军用航空院校教学参考之外,对于想要了解俄罗斯民航机载设备使用维修现状、维修理论研究成果以及民航管理体制概况的人,也具有阅读价值。

这本书的翻译出版是在空军装备技术部及空军第一研究所各级领导的关心支持下完成的。翻译过程曾与空一所刘云同志就某些术语和译名统一问题进行过研究,吸取了他的一些意见。迟振华同志译了第十九章(由王福龄校对整理)。马建新同志做了具体组织工作。在此谨向他们致以衷心的感谢。就译者的具体情况而论,要在不长的时间内完成三十余万字的译述工作,是有不少困难的。在多方的鼓励下,经过努力,终于完成了任务。走过了这段“高空钢丝”,庆幸自己尚能发挥余热之际,心中不禁又有些忐忑不安,唯恐因为健康原因和业务荒疏,使译稿有什么大的疏漏之处。如遇这种情况,敬请读者不吝赐教,将不胜感激。

译 者

前 言

民用航空作为我国运输系统不可分割的组成部分,正在执行最重要的全国性任务:全面、及时满足国民经济和居民对空中运输的需要,提高对旅客和货物托运的服务质量。

目前国际和国内航线使用的是伊尔-62M、伊尔-86、雅克-42等高效能飞机。不久,定期航线上还要出现伊尔-96-300、杜-240、伊尔-114等新一代飞机。这些飞机的航空设备实际上完全是在数字式电子计算机、微型电子计算机的基础上设计出来的;所有控制和信息系统都使用了微处理机。曾经普遍采用的安装指针式仪表的仪表板已成为过去。

民航工作人员所面临的宏伟任务、新的工作条件和先进航空技术装备的采用,都向航空设备工程师,同时也给他们的经济教育、理论训练和实际培养,提出了特殊的要求。这本教科书就是专门论述提高大学生们使用维护训练质量的问题的。书中讨论了航空工程勤务部门的组织问题,航空设备的维护问题和航空设备技术使用的方式和手段问题;许多情况下,还讨论了整个航空技术装备和我国民用航空的问题。书中援引的材料基本上都是以这些问题的现时状况及某些发展前景作为依据的。

本书分为三篇。讲解的顺序是根据说明问题的逻辑需要采取的,先是讲航空设备技术使用的实质、组织和理论问题(第一篇),然后讲航空设备技术状况的诊断理论基础和诊断设备方面的问题(第二篇)。仅在此之后才转到实际研究航空设备各系统的维护问题上来(第三篇)。然而,在《航空设备的技术使用》课程的授课顺序上,最好先从教科书的第二篇开始,因为在课程设置中,这方面的知识和技能是学生按教学计划学习其它课程时所需要的。

根据1988年全国人民教育委员会批准的专业分类项目表,《航空设备》的名称已改为《航空电气化和驾驶导航综合设备》。这一名称比较广泛地揭示了有关航空技术装备的组成和功用。不过,由于航空工程勤务部门颁发的指导性文件、技术文件及其它文件中,到目前为止尚未使用新名称,因此本书仍然保留了原来的叫法。

目 录

前 言	(1)
-----	-----

第一篇 航空工程勤务的组织和航空设备 技术使用过程的管理

第一章 航空技术装备使用过程的含义	(5)
1.1 概念和基本定义	(5)
1.2 飞机分类,航空技术装备的寿命和使用期	(7)
1.3 维护的种类和型式	(9)
1.4 航空技术装备使用过程的状态	(12)
1.5 技术使用方式和维护对策	(13)
第二章 航空工程勤务的作用、任务和体制	(16)
2.1 航空工程勤务的作用和任务	(16)
2.2 航空工程勤务的组织体制	(17)
2.3 航空技术基地的任务和体制	(19)
2.4 技术学习	(24)
2.5 对工程技术人员维护航空技术装备的许可	(25)
第三章 航空工程勤务文件	(27)
3.1 功用与分类	(27)
3.2 主要指导性文件	(28)
3.3 逐号文件内容	(31)
3.4 生产技术文件	(32)
第四章 航空技术装备的定寿使用和定时维护	(35)
4.1 维护组织	(35)
4.2 维护方法	(37)
4.3 航空技术基地专业化条件下的飞机使用协作法	(40)
4.4 定期工作周期计算	(42)
4.5 定寿使用方式的应用特点	(44)
第五章 产品的视情使用和视情维护	(47)
5.1 用到失效的产品使用方式	(47)
5.2 用到临近失效状态的使用方式	(49)
5.3 航空设备使用方式的选择方法	(51)
5.4 对象技术状况的预测和前置容差的选择	(54)

第六章 航空设备的改装和修理,航空工程勤务的索赔工作	(63)
6.1 改装	(63)
6.2 制造工厂的通报	(64)
6.3 航空设备的修理	(65)
6.4 航空修理厂车间修理航空设备的工艺特点	(68)
6.5 航空工程勤务部门的索赔工作和航空技术装备的延寿	(70)
第七章 利用公用事业服务理论解决维护的组织问题	(73)
7.1 航空工程勤务的任务	(73)
7.2 对象总数有限时航空技术装备的维护系统特性	(73)
7.3 无界申请流条件下航空技术装备维护系统的特性	(80)
7.4 航空设备备件储备计算	(83)
第八章 航空设备维护过程的效益指标	(86)
8.1 使用可靠性指标	(86)
8.2 航空设备可用性指标	(93)
8.3 航空设备的维修性	(98)
8.4 航空设备产品使用方式的技术经济效益评定	(101)
8.5 航空设备技术使用信息保障系统	(104)
8.6 国外的维修经验和维修发展前景	(108)

第二篇 航空设备技术状态的检查方法和手段

第九章 检查与诊断方法	(113)
9.1 检查与诊断的任务	(113)
9.2 无损检查的方法和手段	(115)
9.3 按决定性参数确定对象工作能力的方法	(119)
9.4 失效部位查找方法	(123)
9.5 数字式计算装置的诊断	(126)
第十章 诊断对象模型和试验优选法	(135)
10.1 连续诊断对象模型	(135)
10.2 诊断试验的优选法	(141)
10.3 分立式复合装置的试验优选法	(154)
第十一章 非自动化检查设备	(159)
11.1 检查设备的分类和结构	(159)
11.2 电气设备的检查装置	(162)
11.3 航空发动机工作检查仪表的检查装置	(165)
11.4 大气测量仪表和大气测量系统的检查装置	(167)
11.5 陀螺仪表的检查装置	(170)
11.6 驾驶、导航系统的检查装置	(171)
第十二章 自动化(自动)检查设备	(176)

12.1 功用和分类	(176)
12.2 模拟类自动检查系统	(178)
12.3 数字类自动检查系统	(181)
12.4 航空设备维护的计量保障	(185)
第十三章 机载记录装置	(193)
13.1 功用、要求和结构	(193)
13.2 机载记录装置的特性和构造	(195)
13.3 地面记录处理装置	(201)
13.4 机载记录装置的维护	(205)

第三篇 航空设备的维护

第十四章 航空设备所用的机场维护设备	(213)
14.1 组成和分类	(213)
14.2 飞机地面供电设备	(213)
14.3 地面供氧设备	(218)
第十五章 航空设备是人类工程学的应用对象	(221)
15.1 人类工程学的一般问题	(221)
15.2 航空设备的分类	(222)
15.3 机载航空设备是人类工程系统的综合设备,人类工程要求	(226)
15.4 操作者的特性及其在飞机人类工程综合设备中的任务	(228)
15.5 人类工程指导性文件和工位鉴定	(229)
15.6 航空企业的人类工程形象	(230)
第十六章 机载电气设备的维护	(232)
16.1 供电系统	(232)
16.2 机上电路	(236)
16.3 电力传动装置和发动机起动系统	(240)
16.4 防火系统、防冰系统和灯光技术系统	(241)
16.5 电气设备的空中使用	(244)
第十七章 动力装置检查仪表、电动检查和控制系统的维护	(248)
17.1 航空发动机作为检查和控制的对象	(248)
17.2 发动机工作检查仪表	(249)
17.3 燃气温度调节器和燃气涡轮发动机的电控制系统	(252)
17.4 燃油系统的电动仪表设备	(253)
17.5 发动机工作检查仪表在飞行中的使用	(254)
第十八章 驾驶设备、导航设备、驾驶—导航设备和氧气设备的维护	(257)
18.1 大气测量仪表和大气测量系统	(257)
18.2 陀螺装置	(261)
18.3 航向系统	(264)

18.4 机载自动控制系统的导航计算装置..... (265)

18.5 氧气设备..... (268)

第十九章 驾驶导航设备在飞行中的使用..... (270)

19.1 大气测量仪表、陀螺仪表、航向仪表和航向系统..... (270)

19.2 导航计算机..... (274)

19.3 飞行自动控制系统和驾驶导航综合系统..... (275)

19.4 航空技术装备的发展前景..... (276)

参考文献..... (279)

前 言

民用航空作为我国运输系统不可分割的组成部分,正在执行最重要的全国性任务:全面、及时满足国民经济和居民对空中运输的需要,提高对旅客和货物托运的服务质量。

目前国际和国内航线使用的是伊尔-62M、伊尔-86、雅克-42 等高效能飞机。不久,定期航线上还要出现伊尔-96-300、杜-240、伊尔-114 等新一代飞机。这些飞机的航空设备实际上完全是在数字式电子计算机、微型电子计算机的基础上设计出来的;所有控制和信息系统都使用了微处理机。曾经普遍采用的安装指针式仪表的仪表板已成为过去。

民航工作人员所面临的宏伟任务、新的工作条件和先进航空技术装备的采用,都向航空设备工程师,同时也给他们的经济教育、理论训练和实际培养,提出了特殊的要求。这本教科书就是专门论述提高大学生们使用维护训练质量的问题的。书中讨论了航空工程勤务部门的组织问题,航空设备的维护问题和航空设备技术使用的方式和手段问题;许多情况下,还讨论了整个航空技术装备和我国民用航空的问题。书中援引的材料基本上都是以这些问题的现时状况及某些发展前景作为依据的。

本书分为三篇。讲解的顺序是根据说明问题的逻辑需要采取的,先是讲航空设备技术使用的实质、组织和理论问题(第一篇),然后讲航空设备技术状况的诊断理论基础和诊断设备方面的问题(第二篇)。仅在此之后才转到实际研究航空设备各系统的维护问题上来(第三篇)。然而,在《航空设备的技术使用》课程的授课顺序上,最好先从教科书的第二篇开始,因为在课程设置中,这方面的知识和技能是学生按教学计划学习其它课程时所需要的。

根据 1988 年全国人民教育委员会批准的专业分类项目表,《航空设备》的名称已改为《航空电气化和驾驶导航综合设备》。这一名称比较广泛地揭示了有关航空技术装备的组成和功用。不过,由于航空工程勤务部门颁发的指导性文件、技术文件及其它文件中,到目前为止尚未使用新名称,因此本书仍然保留了原来的叫法。

第 一 篇

航空工程勤务的组织和航空 设备技术使用过程的管理

第一章 航空技术装备使用过程的含义

1.1 概述和基本定义

任何一个技术客体在其使用过程都有一些确定的生存阶段。比方说,民航采用任何飞机首先是为了完成苏联航空法所规定的一项或数项任务。这里机组人员要使用一套复杂的机载仪表电气和无线电电子综合设备驾驶飞机。机组的这项工作是在与空中交通管制勤务密切协同下完成的。飞行中还采用专门的成套机载设备直接为旅客服务,创造舒适的飞行环境。

为了保证高度安全和飞行正常性的条件下按用途使用飞机,需要在地面完成大量的工作。每次飞行之前,飞机都要经历专门的准备过程:检查机载系统是否良好,排除所发现的故障,加油,灌充液体和气体,拆装需要拆卸的设备等等。

随着飞机使用时间的流逝,在其零件、设备内有一个故障的发展和积累过程;例如锈蚀(腐蚀),摩擦面的磨损,触点氧化和积炭,固定松弛,绝缘材料老化,疲劳裂纹等。在某一偶然的时刻,故障的这一缓慢积累过程以跳跃的方式转变为新的质量——航空技术装备的某个客体发生了失效。为了不让失效发生,工程技术人员就得在飞机上和实验室(对从飞机上拆下的设备)里进行大量的预防性和恢复性工作。需要定期对飞机及其设备进行大修,以及将飞机或机载设备拆卸件送去保管。为了在保管过程使它们保持良好状态,对不同的对象还要规定进行不同内容的工作。

要使所有这些措施得到实现,就必须精心地进行组织,填写专门的文件,并对飞机使用企业的人员进行管理。

总起来看,技术客体的全部生存阶段包括:使用前的准备,按用途使用,各种类型的维修工作,保管,运输,以及为保障这些阶段而对航空企业飞行人员和工程技术人员实施的管理过程。所有这一切的集合,称之为航空技术装备的使用。从这一定义出发,航空技术装备的使用可分为技术使用、飞行使用和航空修理工厂的修理。

航空技术装备的技术使用是民航企业、机构、部门和工作人员在航空工程保障方面进行的一种生产性活动。目的在于保证:飞机飞行的安全性和正常性,航空技术装备的高可靠性和完好性,飞行前准备的高质量和及时性,在地面和空中的正确使用;在规定的寿命和使用期内,保持适航性标准赋予航空技术装备的性能;在节省劳动力、物资和燃料动力资源的条件下,最有效地使用飞机。

技术使用包括:航空技术装备的维护,对技术装备维护及其它工作的组织保障;为了调整最有利的工作状态,在地面和空中对飞机设备的控制;使用的信息保障;技术使用方面的科研工作;制订和实施提高技术使用有效性的措施。在飞行中对飞机设备实行以调定其最有利工作状态为目的的控制(操纵)活动,称作飞行—技术使用。机组人员在飞行中的一系列直接使用航空技术装备的行为,称为飞行使用。

航空技术装备的维护是航空工程勤务部门的工程技术人员和工人在按用途使用、等待、保管和运输产品时,为保持其工作能力或良好状况而在航空技术装备上进行的全套操作(作业)。

维护的内容包括:组织和实施现行飞机维护规程规定的工作;排除飞行中和维护过程发现的失效、故障(维护规程的补充工作);实施技术装备的改装,完成专项检查和更换到寿附件。

工程技术人员在维护过程有许多时间是花费在排除那些在飞行中和飞行前准备中发现的故障、失效上的。这一恢复航空技术装备工作能力的过程,称作日常修理或小修。

维护的组织保障是指航空工程勤务部门在维护航空技术装备方面实行的组织措施体系(技术装备的维护和使用计划,工程技术人员、工人和维护手段的计划和分配,对维护质量和维护期限的监督等)。

航空技术装备使用领域的科学研究工作,是以寻找改进飞机技术使用和飞行使用的方式、方法和手段,提高使用有效性和飞行安全为其目的的,并由民航科研机构和院校力量以及飞机使用企业的工程技术人员实施。

维修系统*是指为保持和恢复(该系统内的)产品质量所需的相互关连的维修手段、维修资料和执行者(工程技术人员)的集合。它是航空技术装备技术使用系统的重要组成部分(图 1.1)。维修系统的目的是在产品寿命或使用期内控制其技术状况,以保证达到规定的按用途使用的准备工作水平,保持产品在使用过程的工作能力,并使产品维修所用的时间、人力和物力达到最低程度。

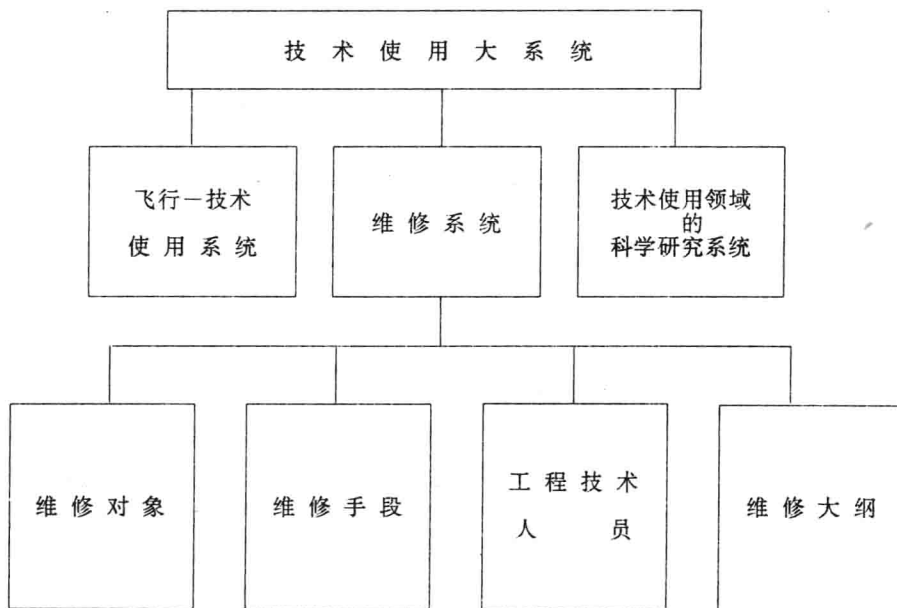


图1.1 航空技术装备技术使用系统结构图

阐述航空技术装备各种产品维修的基本原则和最为有效的维修方式、维修对策的决策文件,称作维修大纲。每一种型别的飞机,都要制订维修大纲。制订维修大纲的依据是民用

* 关于维修系统的定义,按原文应译为:“维修系统是指为保持和恢复系统内的产品质量所需的相互关连的手段、资料、维护和修理以及执行者(工程技术人员)的集合”。但据图 1.1 判断,作者是从维修要素的角度下定义的,故此处表述有误(多了一个逗号)。——译者注