

航空技术装备的 视情维修

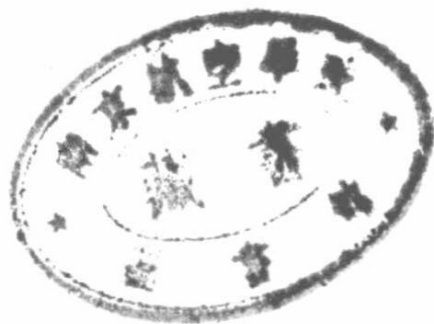
〔苏〕 H·H·斯米尔诺夫 著
A·A·伊茨柯维奇

中国人民解放军空军第一研究所

航空技术装备的视情维修

〔苏〕 H·H·斯米尔诺夫 著
A·A·伊茨柯维奇

王福龄译 郑吉庆校



30226266

一九八三年三月 北京

488158

译 序

《航空技术装备的视情维修》是作者在1974年出版的《飞机的使用可靠性和维护制度》一书的基础上，又经过数年的研究，并吸收苏联民航企业进行视情维修方式试点的经验写成的。本书运用系统观点和运筹学理论，从理论与实践的结合上，较为全面地集中阐述了有关飞机视情维修的各种问题。对于我国民航和空军研究飞机的维修方式和维修大纲的制定问题，无论在理论上还是在实践上，都有一定的参考价值。因此，本着“洋为中用”的原则，我们全文译出，供有关部门参考。

在本书的译校过程中，我们吸收了翻译《飞机的使用可靠性和维护制度》一书时积累的经验。原文个别明显刊误之处，经过研究作了订正。由于我们水平有限，译文中难免有错误和不妥当的地方，希望读者批评指正。空一所一室陈炳荣同志校阅了第一、二、五章，在此谨致谢意。

译者

1982年11月

勘 误 表

页行号	误	正
22页倒数第 5 行	$\delta_i(\omega_i)$	$\delta_i(\omega_j)$
54页第四式等号右 端分式上部第 1 项	$\sum_{j=1}^i m_{\tau, \gamma}(\Delta t_i)$	$\sum_{j=1}^{i-1} m_{\tau, \gamma}(\Delta t_j)$
55页倒数第 8 行	$(W = \frac{T}{\theta_{ci} - \theta_{yi}})$	$(W_i = \frac{T}{\theta_{ci} - \theta_{yi}})$
57页倒数第 4 行	$P_{\tau}\{T \geq t_i\}$	$P_{\tau, \gamma}\{T \geq t_i\}$
84页倒数第 1 行	$\log_2 \frac{P(K_{js}/D_i)}{P(K_{is})}$	$\log_2 \frac{P(K_{js}/D_i)}{P(K_{js})}$
105页倒数第 6 行	$P\{\eta^{**} < \eta(t) < \infty\}$	$P\{\eta^{**} < \eta(T) < \infty\}$
106页第 13 行	$\eta(t) > \eta^*$	$\eta(T) > \eta^*$
120页(5.12)式括 号内最后一项	$C_{\phi} \sum_{k=1}^n \pi_k \mu_k$	$C_{\phi} \sum_{k=1}^n \pi_k \mu_k$
126页第 11 行	$ML_i = M(x - d_j)^2 = M(x - MX)^2$ $+ (MX_i - d_i)^2$	$ML_i = M(x - d_i)^2 = M(x - MX_i)^2$ $+ (MX_i - d_i)^2$
248页第 3 行	$\sum_{i=1}^{N_{\Pi}} \frac{T_{\text{рем.ни}} \eta_{\text{ни}}}{T_{\text{рес.ни}} (1 - K_{\text{ни}})}$	$\sum_{i=1}^{N_{\Pi}} \frac{T_{\text{рем.ни}} \Pi_{\text{ни}}}{T_{\text{рес.ни}} (1 - K_{\text{ни}})}$
251页(10.2)式	$\omega_1 \leq \omega_2 \leq \omega_3 \leq \dots \leq \omega_p$	$\omega_1 \leq \omega_2 \leq \omega_3 \leq \dots \leq \omega_n$

《航空技术装备的视情维修》一书的原文名称是“ОБСЛУЖИВАНИЕ И
РЕМОНТ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ ПО СОСТОЯНИЮ”，著者为
Н.Н. СМЕРНОВ 和 А.А.ИЦКОВИЧ，由莫斯科运输出版社于1980年出版。

前 言

航空技术装备的使用有效性，在很大程度上取决于维修方式的完善程度。在空运量不断增大、飞机构造日趋复杂的情况下，维修方式对飞机总体使用过程有效性的影响，变得越来越明显。

因此，近年来，从事航空技术装备使用研究的科研人员和工程技术人员，十分关注这方面的问题。这个问题解决得好，可以从根本上提高飞机的利用有效性，飞机各系统和机件的可靠性以及飞行正常性、良好性和使用经济性等。

航空技术装备的技术使用过程是以飞行、维护、修理、保管、等待等各种状态在时间上的连续更替为特征的。任何一种维修方式是否完善，取决于它能在多大程度上保持维修对象的技术使用过程与其客观存在的技术状态变化过程协调一致。

传统的计划预防性维修方式规定，只要到达预先计划好的间隔时间或工作时数，不管系统、机件的状况如何，都要进行一定内容的预防性工作。这种方式不能很好地保持上述两种过程之间的一致性（参考文献 33、9）。

实行视情维修方式时，使用过程的状态是根据维修对象本身的技术状态确定的，因而使上述两种过程之间保持着较为密切的联系。

视情维修方式同传统的定时维修方式一样，按其性质

也是一种计划预防性维修方式。这里的计划性，是说维修对象的技术诊断工作内容和实施周期是有计划的。这里的预防性是指使用中不断观察可靠性水平，很多情况下还观察功能系统和某些机件的技术状态，以便及时发现故障前期状态，随后进行更换或将监控参数值恢复到规定水平。

★视情维修方式的基本原则是，在保证飞机功能系统及其某些最重要机件于更换前具有尽可能长的工作时间的条件下预防它们发生故障。

具体的视情维修方法很多，相对地可以分成可靠性水平监控和参数监控两大类。在第一类情况下，维护的任务是控制某一同型机件总体的可靠性水平；第二类是控制每个具体机件的技术状态。监控可靠性水平的视情维修，要有效地收集、处理和分析同型机件总体的可靠性和使用有效性数据，对整个机件总体或某类机件的必要的预防性工作作出决策。采用这类视情维修方式时，每一机件通常是在发生对功能系统没有危险的故障后进行更换。

★监控参数的视情维修方式，要连续地或定期地对决定功能系统和机件技术状态的一些参数进行检测。当监控参数接近临界值时，才决定更换机件或恢复机件的工作能力。

由此可知，采用新维修方式的基础是深刻了解功能系统及其机件的可靠性特征，很好地组织情报保障，广泛使用评定技术状态的客观检查设备和检查方法，同时飞机结构要有很高的维修工艺性水平。此外，在飞机使用企业和修理企业中，需要首先建立配备现代化设备的庞大技术诊

将非电值转换成电气值。

技术诊断的全部工作可以划分为以下阶段：将伴随研究对象工作而产生的物理现象变换为诊断信号（电气值）；测量诊断信号的某些参数；将测得的诊断信号参数值与技术文件规定的数值进行比较（评定技术状态）。

以诊断轴向式活塞泵打油组合件为例，分析一下每一阶段的特点（参考文献34）。

1. 由压电陶瓷传感器将物理现象（增压管路内的工作液压脉动现象）变成动力信号（电脉冲序列）。电脉冲序列由脉冲组组成，每组各九个脉冲（与活塞泵的活塞数量相同）。

2. 仪器应记录以下相对值：

$$\overline{\eta} = \frac{U_{\max} - U_{\min}}{U_{\max}}$$

式中， $U_{\max}$ 和 $U_{\min}$ 分别表示每组脉冲的最大电压和最小电压（负脉冲），

3. 将测得的参数值 $\overline{\eta}$ 和符合技术条件标准的 $\overline{\eta}_{\text{доп}}$ 值进行比较，即可评定技术状态。

如果 $\overline{\eta} < \overline{\eta}_{\text{доп}}$ ，对象能工作，允许继续使用。如果 $\overline{\eta} > \overline{\eta}_{\text{доп}}$ ，对象则处于失常状态，应停止使用。由此可知，诊断的任务就在于确定参数 $\overline{\eta}$ ，并将它与 $\overline{\eta}_{\text{доп}}$ 值进行比较。

根据技术状态检查周期来分析规定 $\overline{\eta}_{\text{доп}}$ 值的各种可能情况，可以确定参数监控视情维护方式的类别，弄清这种方式在各种维修方式中的地位（图 4.10）。

4.5 对参数监控视情维护方法的试验研究

在解决航空技术装备视情维修方式的制订和实施问题

将非电值转换成电气值。

技术诊断的全部工作可以划分为以下阶段：将伴随研究对象工作而产生的物理现象变换为诊断信号（电气值）；测量诊断信号的某些参数；将测得的诊断信号参数值与技术文件规定的数值进行比较（评定技术状态）。

以诊断轴向式活塞泵打油组合件为例，分析一下每一阶段的特点（参考文献34）。

1. 由压电陶瓷传感器将物理现象（增压管路内的工作液压脉动现象）变成动力信号（电脉冲序列）。电脉冲序列由脉冲组组成，每组各九个脉冲（与活塞泵的活塞数量相同）。

2. 仪器应记录以下相对值：

$$\overline{\eta} = \frac{U_{\max} - U_{\min}}{U_{\max}}$$

式中， $U_{\max}$ 和 $U_{\min}$ 分别表示每组脉冲的最大电压和最小电压（负脉冲），

3. 将测得的参数值 $\overline{\eta}$ 和符合技术条件标准的 $\overline{\eta}_{\text{доп}}$ 值进行比较，即可评定技术状态。

如果 $\overline{\eta} < \overline{\eta}_{\text{доп}}$ ，对象能工作，允许继续使用。如果 $\overline{\eta} > \overline{\eta}_{\text{доп}}$ ，对象则处于失常状态，应停止使用。由此可知，诊断的任务就在于确定参数 $\overline{\eta}$ ，并将它与 $\overline{\eta}_{\text{доп}}$ 值进行比较。

根据技术状态检查周期来分析规定 $\overline{\eta}_{\text{доп}}$ 值的各种可能情况，可以确定参数监控视情维护方式的类别，弄清这种方式在各种维修方式中的地位（图 4.10）。

4.5 对参数监控视情维护方法的试验研究

在解决航空技术装备视情维修方式的制订和实施问题

目 录

前言

第一章 航空技术装备使用过程的特征

- 1.1 航空运输系统的结构和执行功能的 流 程
..... (8)
- 1.2 技术使用系统和技术使用 过程..... (10)
- 1.3 地面维修 系 统..... (11)
- 1.4 飞行器使用过程有效性指标的分级 结 构
..... (13)

第二章 技术使用过程的控制

- 2.1 使用对象及其技术状态的变化 过 程..... (16)
- 2.2 使用对象的技术使用过程与技术状 态 变
化过程的相互关系..... (21)
- 2.3 技术使用过程的统计 分 析..... (24)
- 2.4 技术使用过程的描述 形 式..... (31)
- 2.5 维修方式的 分 类..... (36)

第三章 监控可靠性水平的视情维修

- 3.1 *可靠性水平监控视情维修方式的特 征 和
采用时要解决的基本问题..... (40)

3.2	维修中对可靠性水平的 监 控·····	(43)
3.3	应用经过改进的产品质量控 制 法·····	(49)
3.4	视情更换机件的可靠性 估 算·····	(52)

第四章 监控参数的视情维修

4.1	* 参数监控视情维修方式的基本 原 理·····	(59)
4.2	对象技术状态控制系统的 优 化·····	(64)
4.3	对象的技术状态参数及其 变 化·····	(70)
4.4	对象的技术 诊 断·····	(80)
4.5	对参数监控视情维护方法的试验 研 究·····	(88)

第五章 维修制度

5.1	维修制度的分类·····	(101)
5.2	诊断制度和成套机件更换的模型·····	(103)
5.3	机件的技术使用过程模型·····	(117)
5.4	飞行器技术诊断规程的制定·····	(121)
5.5	视情维修中对技术系统状态的诊断·····	(123)

第六章 飞行器地面维修系统的有效性

6.1	* 视情维修系统的特点·····	(129)
6.2	飞行器技术使用过程有效性分析的方法 问题 ·····	(131)
6.3	对视情维修方式影响飞机技术使用过程 有效性的分析 ·····	(151)

第七章 维修大纲的制定方法问题

- 7.1 大纲的特征和结构..... (160)
- 7.2 飞机功能系统维修大纲的基本制定原则
..... (164)
- 7.3 制定大纲方案时对飞机功能系统设计使用特性的分析 (171)
- 7.4 考虑功能系统机件技术状态变化的飞机技术使用过程的模型 (177)
- 7.5 对实行功能系统维修大纲方案的经济效果的评定 (192)

第八章 飞机功能系统维修大纲的制定 (以空调系统为例)

- 8.1 评定空调系统故障对飞行安全性的影响
..... (199)
- 8.2 对空调系统机件无故障性的分析..... (203)
- 8.3 空调系统维修大纲方案的制定..... (206)
- 8.4 新制定的大纲方案的有效性评定..... (211)

第九章 飞机维修的情报保障系统

- 9.1 情报保障系统的功用和一般特征..... (221)
- 9.2 航空技术装备可靠性分析的情报保障... (224)
- 9.3 飞机运行正常性分析的情报保障..... (229)

9.4 飞机良好性和利用情况分析的情报保障	(231)
-----------------------------	-------

9.5 维修工作量和维修费用分析的情报保障	(234)
-----------------------------	-------

第十章 航空技术装备维修工艺性的保障

10.1 构造工艺特性和维修工艺性因素	(237)
---------------------------	-------

10.2 维修工艺性要求的特征	(239)
-----------------------	-------

10.3 维修工艺性指标的计算和维修工艺性 水平的评定	(245)
--------------------------------------	-------

10.4 功能系统机件可达性和易卸性的分析 和综合评定	(250)
--------------------------------------	-------

第十一章 航空技术装备视情维修的组织 工作

11.1 研究和实验工作的方向	(256)
-----------------------	-------

11.2 大型客机维修大纲的制定特点	(263)
--------------------------	-------

11.3 维修工艺性保障工作的组织	(269)
-------------------------	-------

11.4 企业组织结构和生产技术基地的改进	(274)
--------------------------------	-------

附录 1

附录 2

目 录

前言

第一章 航空技术装备使用过程的特征

- 1.1 航空运输系统的结构和执行功能的 流 程
..... (8)
- 1.2 技术使用系统和技术使用 过程..... (10)
- 1.3 地面维修 系 统..... (11)
- 1.4 飞行器使用过程有效性指标的分级 结 构
..... (13)

第二章 技术使用过程的控制

- 2.1 使用对象及其技术状态的变化 过 程..... (16)
- 2.2 使用对象的技术使用过程与技术状 态 变
化过程的相互关系..... (21)
- 2.3 技术使用过程的统计 分 析..... (24)
- 2.4 技术使用过程的描述 形 式..... (31)
- 2.5 维修方式的 分 类..... (36)

第三章 监控可靠性水平的视情维修

- 3.1 *可靠性水平监控视情维修方式的特 征 和
采用时要解决的基本问题..... (40)

- 3.2 维修中对可靠性水平的 监 控..... (43)
- 3.3 应用经过改进的产品质量控 制 法..... (49)
- 3.4 视情更换机件的可靠性 估 算..... (52)

第四章 监控参数的视情维修

- 4.1 * 参数监控视情维修方式的基本 原 理..... (59)
- 4.2 对象技术状态控制系统的 优 化..... (64)
- 4.3 对象的技术状态参数及其 变 化..... (70)
- 4.4 对象的技术 诊 断..... (80)
- 4.5 对参数监控视情维护方法的试验 研 究... (88)

第五章 维修制度

- 5.1 维修制度的分类..... (101)
- 5.2 诊断制度和成套机件更换的模型..... (103)
- 5.3 机件的技术使用过程模型..... (117)
- 5.4 飞行器技术诊断规程的制定..... (121)
- 5.5 视情维修中对技术系统状态的诊断..... (123)

第六章 飞行器地面维修系统的有效性

- 6.1 * 视情维修系统的特点..... (129)
- 6.2 飞行器技术使用过程有效性分析的方法
问题 (131)
- 6.3 对视情维修方式影响飞机技术使用过程
有效性的分析 (151)

第七章 维修大纲的制定方法问题

- 7.1 大纲的特征和结构..... (160)
- 7.2 飞机功能系统维修大纲的基本制定原则
..... (164)
- 7.3 制定大纲方案时对飞机功能系统设计使用特性的分析 (171)
- 7.4 考虑功能系统机件技术状态变化的飞机技术使用过程的模型 (177)
- 7.5 对实行功能系统维修大纲方案的经济效果的评定 (192)

第八章 飞机功能系统维修大纲的制定 (以空调系统为例)

- 8.1 评定空调系统故障对飞行安全性的影响
..... (199)
- 8.2 对空调系统机件无故障性的分析..... (203)
- 8.3 空调系统维修大纲方案的制定..... (206)
- 8.4 新制定的大纲方案的有效性评定..... (211)

第九章 飞机维修的情报保障系统

- 9.1 情报保障系统的功用和一般特征..... (221)
- 9.2 航空技术装备可靠性分析的情报保障... (224)
- 9.3 飞机运行正常性分析的情报保障..... (229)

9.4 飞机良好性和利用情况分析的情报保障	(231)
-----------------------------	-------

9.5 维修工作量和维修费用分析的情报保障	(234)
-----------------------------	-------

第十章 航空技术装备维修工艺性的保障

10.1 构造工艺特性和维修工艺性因素	(237)
---------------------------	-------

10.2 维修工艺性要求的特征	(239)
-----------------------	-------

10.3 维修工艺性指标的计算和维修工艺性 水平的评定	(245)
--------------------------------------	-------

10.4 功能系统机件可达性和易卸性的分析 和综合评定	(250)
--------------------------------------	-------

第十一章 航空技术装备视情维修的组织 工作

11.1 研究和实验工作的方向	(256)
-----------------------	-------

11.2 大型客机维修大纲的制定特点	(263)
--------------------------	-------

11.3 维修工艺性保障工作的组织	(269)
-------------------------	-------

11.4 企业组织结构和生产技术基地的改进	(274)
--------------------------------	-------

附录 1

附录 2