

飞机 针对性修理



空军航空修理研究所

一九八四年五月

飞机针对性修理

空军航空修理研究所

一九八四年五月

前 言

飞机针对性修理方针是在飞机修理改革的基础上，根据我军的飞机状况和修理工厂的实际情况，经过广泛的调查研究、试点、推广和多次会议的探讨总结，从提高修理质量，提高经济效益，走自己飞机修理的路子为出发点，于一九七九年正式确定针对性修理为我军的飞机翻修方针。

几年来，我们对针对性修理方针在飞机修理上的指导作用进行了初步探讨，对贯彻针对性修理的方法进行了研究。空军航空修理工厂在贯彻执行该方针方面也取得了一定的成果。从理论和实践上均说明针对性修理方针是符合我军航空修理实际的，是我军航空修理发展和前进的方向。但是，由于针对性修理是一个新课题，提出时间不长，在理论上尚待进一步深入研究，在贯彻执行中还有一些模糊认识，这也是正常现象。事物总是在不断地发展和前进，为了统一认识，在理论上进一步完善，以便更好地贯彻执行针对性修理方针，我们在空军航空工程部工厂管理部的组织下编写了《飞机针对性修理》这本书。

飞机针对性修理方针所涉及到的内容比较多，本书重点阐述针对性修理方针的全面含义和基本思想，针对性修理方针的正确性，以及运用可靠性理论和逻辑决断图制订翻修方案（大纲）的方法等，供从事航空修理的同志们参考。

《飞机针对性修理》编写组

一九八三年十一月

目 录

前 言

第一章 针对性修理是飞机翻修方针

§ 1—1 针对性修理方针的提出..... 1

一、维修的含义..... 1

二、维护和修理..... 1

三、针对性修理方针的提出..... 2

§ 1—2 什么是针对性修理..... 4

一、针对性修理方针的含义..... 4

二、针对性修理的基本思想..... 4

三、针对性修理的必然性和可能性..... 7

四、针对性修理不是“简化修理”..... 10

五、针对性修理不是视情维修..... 12

六、针对性修理不是翻修形式..... 13

§ 1—3 针对性修理方针的贯彻..... 14

一、制定切实可行的翻修方案..... 14

二、加强故障检查、统计与分析工作..... 16

三、生产、技术管理及其组织机构要适应针对性修理.....	18
四、沟通质量信息反馈的渠道.....	20

§ 1—4 贯彻针对性修理方针的实际效果.....	22
---------------------------	----

一、提高了修理质量.....	22
二、获得了一定的经济效益.....	23

第二章 故障检查

§ 2—1 什么是故障检查.....	25
--------------------	----

一、故障检查的定义.....	25
二、故障检查的种类.....	25

§ 2—2 故障检查工作的内容和要求.....	26
-------------------------	----

一、对修理对象进行故障检查，确定故障件和故障部位，并作出施工结论.....	26
二、填写故障检查技术文件.....	33
三、提出缺件申请单.....	33
四、签发零件转工卡.....	
五、作好故障统计分析，提出修理改进意见，并为有关部门提供资料.....	34

§ 2—3 故障检查手段.....34

- 一、磁粉探伤.....34
- 二、X光探伤.....36
- 三、涡流探伤.....38
- 四、电位法探伤.....41
- 五、超声波探伤.....42
- 六、着色探伤.....43
- 七、荧光探伤.....44

§ 2—4 如何搞好故障检查.....50

- 一、实行专职故障检查，确保故障检查质量.....50
- 二、加强管理，实行统一领导.....52
- 三、加强研究工作，大力发展和应用新技术.....54

第三章 故障统计分析

§ 3—1 故障和缺陷.....55

- 一、故障的定义.....55
- 二、缺陷的定义.....56
- 三、失效的定义.....56
- 四、故障的分类.....57
- 五、故障的发生和故障宏观规律的三个阶段.....61

§ 3—2 故障统计分析的方法.....67

一、故障统计..... 67

1. 故障统计的含义和内容.....67

2. 收集数据的记录方式.....67

3. 故障数据的来源及其特点.....68

4. 截尾试验数据的采集.....69

5. 推荐几种故障数据统计用表.....73

二、故障分析.....79

§ 3—3 试验模型的选择.....81

一、合理地选择试验模型.....81

二、样本容量的选择.....81

三、截尾时间的控制.....82

四、时间域的划分.....83

五、样本必须来自同一母体.....84

§ 3—4 故障分布类型的确定.....85

一、整理采集来的故障数据.....85

二、绘制经验曲线.....89

三、假设.....90

四、假设检验.....90

1. 概率纸检验法(作图法).....91

2. 解析检验法.....99

§ 3—5 分布参数的确定..... 129

一、参数的点估计..... 129

1. 单参数指数分布的参数点估计..... 130

2. 双参数指数分布的参数点估计..... 133

3. 正态分布和对数正态分布的参数点估计..... 135

4. 威布尔分布参数的最小二乘法点估计..... 143

5. 威布尔分布参数的无偏和不变点估计..... 147

二、参数区间估计..... 152

1. 单参数指数分布的参数区间估计..... 152

2. 正态分布的参数区间估计..... 159

3. 对数正态分布的区间估计..... 162

4. 威布尔分布的区间估计方法..... 164

第四章 寿命评估

§ 4—1 寿命评估是贯彻针对性修理

方针的重要内容..... 178

一、寿命的基本概念..... 178

二、寿命评估的概念及其在针对性修理中的作
用..... 183

三、应用可靠性寿命理论势在必行..... 185

§ 4—2 常用可靠性寿命分布..... 186

- 一、基本概念..... 187
- 二、可靠性寿命的定义..... 191
- 三、常用寿命分布..... 192

§ 4—3 寿命评估在翻修中的应用..... 201

- 一、评定翻修质量..... 201
- 二、评定对产品的改进措施的效果..... 201
- 三、翻修期或检修期的相关故障..... 202
- 四、翻修期和检修期的评定方法..... 203
- 五、MTBF 的作用..... 209
- 六、单边置信下限 θ_L 的作用..... 211

第五章 逻辑决断图和修理程序图

§ 5—1 逻辑决断图及其在飞机翻修中的应用..... 215

- 一、什么是逻辑决断图..... 215
- 二、逻辑决断图的功用..... 216
- 三、逻辑决断原则和步骤..... 218
- 四、逻辑决断图在飞机翻修中的应用..... 221
 - 1. 确定飞机分解范围..... 221
 - 2. 确定结构修理方法..... 223
 - 3. 确定飞机机械附件修理方案..... 226

五、歼—6、米格—15BC 型飞机翻修方案举例.....	228
1. 歼—6 型飞机使用1400~1600小时翻修方 案.....	228
2. 米格—15BC 型飞机翻修方 案.....	231

§ 5—2 修理程序图及其在飞机翻修 中的应用.....	237
---------------------------------	-----

一、什么叫修理程序图.....	237
二、制定修理程序图的原则和步骤.....	242
三、修理程序图应用实例分析.....	243

附表的使用说明.....	247
--------------	-----

附表 1 F 分布的上侧分位数 $F_0(f_1, f_2)$ 表.....	256
附表 2 柯氏 $D_{n, \alpha}$ 检验表.....	266
附表 3 S_n^2 的临界值	284
附表 4 $\hat{D}_n$ 的临界值.....	285
附表 5 $\Gamma(\frac{1}{m} + 1)$ 数值表.....	337
附表 6 中位秩表 (%)	286
附表 7 $\chi^2(f)$ 分布的下侧分位数 $\chi^2_0(f)$ 表	292
附表 8 $\beta(f_1, f_2)$ 分布的下侧分位数 $\beta_0(f_1, f_2)$ 表.....	310
附表 9 t 分布的下侧分位数 $t_p(f)$ 表.....	334
附表10 正态分布的下侧分位数 $\Phi(u)$ 表.....	338
附表11 正态分布容许限 kp 表.....	343
附表12 标准正态分布下侧分位数 u_p 表.....	349

附表13 最好线无偏估计(A)和最好线性不变估计表	350
附表14 最好线性无偏估计(B)表	415
附表15 简单线性无偏估计表	422
附表16 威布尔分布参数的BLUE $\mu^* \sigma^*$ 的协方差系数 $B_{r,n}$ 表(A)	553
附表17 威布尔分布参数的GLUE $\mu^{**} \sigma^{**}$ 的协方差系数 $B_{r,n}$ 表(B)	557
附表18 W分布的分位数 W_{τ} 表	561
附表19 V分布的分位数 $V_{1-p, \tau}$ 表	563
附表20 $\frac{\mu - \mu}{\sigma}$ 的分布的分位数值	567

附表21 附表22 附表23 附表24 附表25 附表26 附表27 附表28 附表29 附表30 附表31 附表32 附表33 附表34 附表35 附表36 附表37 附表38 附表39 附表40 附表41 附表42 附表43 附表44 附表45 附表46 附表47 附表48 附表49 附表50 附表51 附表52 附表53 附表54 附表55 附表56 附表57 附表58 附表59 附表60 附表61 附表62 附表63 附表64 附表65 附表66 附表67 附表68 附表69 附表70 附表71 附表72 附表73 附表74 附表75 附表76 附表77 附表78 附表79 附表80 附表81 附表82 附表83 附表84 附表85 附表86 附表87 附表88 附表89 附表90 附表91 附表92 附表93 附表94 附表95 附表96 附表97 附表98 附表99 附表100

第一章 针对性修理是飞机翻修方针

§ 1—1 针对性修理方针的提出

一、维修的含义

所谓维修包含维护和修理两个方面的内容。西方国家对航空技术装备所进行的维修 (maintenance) 多是将维护和修理结合在一起, 制定出不同类型的维修形式或不同的维修级别。如美国空军所进行的 depot maintenance (后方维修), 是维修的最高一级, 在专门的工厂企业进行, 包括翻修、全面重新装配、大修、改装等。另一种 field maintenance (野战维修), 是维修的第二级, 由相当于联队一级的维修机构进行。还有一种 Organizational maintenance (部队维修), 是维修的最低一级, 由使用单位在编制范围内进行。我国军用机的维修是由航空兵部队和航空修理工厂分别进行, 航空兵部队只进行装备的维护, 而修理 (包括小、中、大修) 是由航空兵部队的修理厂和航空修理工厂进行。从而把维护和修理分开。

二、维护和修理

维护, 是维持保护, 免受破坏的意思。运用于航空技术装备上我们可以定义为, 维护即是有计划的预防性工作, 是维持航空技术装备工作能力的工作过程。如飞行部队对飞机所进行的日常维护、保养和充、填、加、挂, 定期检查和调

整，机件的更换等。

修理，是使损坏的东西恢复原来的形状或作用。在航空技术装备的修理中，我国一直采用小、中、大修三级维修体制，修理是综合简称。针对航空技术装备，修理可以定义为，是发现和排除故障和缺陷的过程。目的是恢复产品的固有工作能力状态。

空军航空修理工厂只承担航空技术装备的大修（也称翻修）。所谓翻修，是指航空技术装备使用到规定的翻修期或当结构出现耗损状态时，为恢复装备的功能，而对装备进行的较全面的检查、修理和相应的调整工作。具体到飞机来说，即需要翻修的飞机进入航空修理工厂后，工厂必须根据整套的修理技术文件进行检查、修理和更换不合格的零附件，使飞机及其装备达到技术文件中规定的技术标准。

我军飞机翻修采用以定时为主的翻修方式，即到一定的使用时限，将飞机送到航空修理工厂进行全面分解，全面地预防性检查和修理。

三、针对性修理方针的提出

我军的飞机翻修，从五十年代初开始，三十年来主要是贯彻执行传统的全面翻新修理。按照传统的想法，认为飞机修理中分解的范围越大，翻修间隔时间越短，修理质量越高，安全可靠越大。所以，飞机进厂后，不管飞机的技术状况、故障情况如何，不论翻修次数的多少，一律按统一的模式进行大拆大卸，直至分解到零件为止。修理过程中，不管零件表面质量如何，全部重新进行表面处理。随着航空事业的发展 and 航空修理工厂的长期翻修实践发现，这种大拆大卸的翻修形式存在许多弊端，首先各次翻修都执行统一的分解范围

和修理方法不科学，也不符合飞机的实际情况，结果必然有不少机件没有充分发挥其潜力；其二，大量拆装造成人为的错装、漏装和调整不当等早期故障；其三，不必要的分解和修理，造成机件损伤，增加了器材消耗和工时，成本高、周期长；其四，虽然用这样大的力量进行修理，但是故障高的机件和影响飞行安全的故障并没有解决，部队使用时故障率仍然较高等等。根据飞机翻修中存在的这些问题，七十年代初期，空军航空修理工厂开始进行飞机修理的改革，试图走出一条飞机翻修的新路子。

飞机翻修的改革，经过两年多的调查、研究，在统计和分析120架歼-6飞机故障的基础上，于一九七四年十一月制定了修理改革试行方案，并首先在歼-6、歼教-5飞机上试行。一九七五年九月进一步修订了改革实施方案后正式执行，至一九七七年总结并推广到其它机种上。

一九七五年以来，空军航空修理工厂按照改革实施方案共翻修各类飞机××××架。通过飞机翻修改革的实践，初步摸索出一条在航空修理工厂原有的人力、物力、厂房面积和设备的条件下，在保证和提高修理质量的前提下，提高经济效益，多修飞机的新路子。

飞机修理改革方案的实施，涉及到工厂生产、技术管理，修理工艺，生产流程和劳动组织等许多方面的改变，它已经不是一个临时措施或权宜之计，而是一个飞机修理的方向问题。根据改革指导思想和实际内容，一九七九年把这种改革称为“针对性修理”，规定了针对性修理是飞机翻修的指导方针。

§ 1—2 什么是针对性修理

一、针对性修理方针的含义

针对性修理方针的全面含义是，针对飞机的技术状况、故障情况以及使用要求进行修理和必要的改进，恢复并提高飞机固有可靠性，保证在预定的翻修周期内安全可靠。简言之，针对性修理就是针对飞机的故障情况和部队的需要进行修理。

针对性修理实质上就是根据我国航空技术装备的实际情况，在总结自己经验的基础上，吸取国外现代维修理论，综合运用我国的飞机修理技术，做到实事求是，有的放矢。

二、针对性修理的基本思想

针对性修理的基本思想是：实事求是，为部队使用服务，勇于创新和改革。

1. 实事求是的思想

实事求是，一切从实际出发，是马克思主义的思想方法和工作方法，是制订一切方针、政策和计划的基础。针对性修理方针就是根据飞机的技术状况、故障情况的不同，而采取不同的修理方法。比如，飞机的设计思想、工艺水平、制造质量等技术状况不同，修理方法就不同；飞机经过使用所反映出来的故障类型、故障性质、故障的多少及其危害程度不同，修理方法也不同；机种和翻修次数不同，飞机的分解范围也不同等等。如某型飞机，制造时工艺水平低，质量较差，使用中出現大面积铆钉松动的故障，针对这种故障采取了大量更换铆钉的修理方法。又如，针对歼-6飞机的不同

翻修次数，分别制定了一次分解范围小和二次分解范围大的修理方案。对于老旧的比斯飞机，制订了扩大分解范围的修理方案。对于故障多的ZB-16油泵，不但大分解，而且制定了改进措施。对于没有故障的灭火瓶，则局部检修等等。这就是说，飞机修理要根据飞机的具体情况，采用不同的修理方法和分解范围，增强修理的针对性，改变千篇一律的大拆大卸，没有故障的机件也要拆卸重新表面处理的修理模式。

2. 为部队使用服务的思想

军用飞机作为一种战争武器，要求它既要有规定的飞行性能，又要有较高的可靠性，良好的维修性和适用性。由于目前多数机种的设计年代较早，有些机件的可靠性较高，有的则相当低，故障频繁，有的危及安全，维护性更差。有的机种为了排除一处漏油故障，要拆卸很多机件，花费很多维修时间。空、地勤人员经常提出一些修理要求和改进意见，这些要求主要是：

对于危及安全的故障件，要提高其固有可靠性，保证飞行安全；

对故障率高的和维护困难的机件，采取改进措施，以减少外场维护工作量；

对使用中不易检查到的部位和机件，要求工厂在修理时，进行预防性检查和有效的修理，保证在翻修期内安全可靠。

上述要求是正当和合理的，修理工厂应当采取积极态度，认真分析研究原因，逐项采取有效的修理措施。如，歼-6飞机扩散器漏气，影响飞行安全，经分析探讨，确认是原设计不合理造成的，现确定由工厂进行改进设计。类似扩散器这种改进措施，在歼-6飞机机械部分共进行九十余项改进性的修理。

因此，修理工厂对于影响飞行安全的机件必须列为检查修理重点，做到百分之百的故检，对故障件要改进原设计，提高其固有可靠性；对故障率较高或维护困难的机件，要进行故障研究，采取加深修理和改进措施；对使用中不易检查和发现故障的部位，要进行预防性检查，对其中的故障件修理要可靠。

3. 创新和改革的思想

飞机针对性修理方针是在修理改革的基础上产生的。改革，也就是破旧创新，破掉千篇一律的大拆大卸的翻修模式，提出针对飞机的故障情况和部队的需要开展修理工作，改变传统的按照制造厂的图纸、资料，凭主观经验进行修理的概念，强调从实际出发，按照修理技术标准和科学程序进行修理。

按照修理的含义，它只能是恢复机件的可靠性，而针对性修理不仅要求恢复其可靠性，而且要求提高其可靠性，这就突破了修理的固有含义，对修理提出了更高的要求。

针对性修理方针的制订是不容易的，但贯彻落实更为艰巨复杂，除要做深入细致地调查研究，故障的统计分析，确定修理方案和修理程序外，还要适当调整劳动组织。除此而外，人们思想上的老框框，旧的习惯势力更难于克服。但关键是领导的决心，实践证明，那个厂的领导决心大，就执行的好。认识不足，决心不大，就可能出现周折，影响全面贯彻落实。

为了开创我军飞机翻修的新局面，必须继续积极进行修理改革，充分认识贯彻针对性修理方针的重要性和迫切性，在贯彻中不断总结经验，进一步完善，并有新的创见。