

# MSG-3 维修理念在维修工程 管理中的应用(中)

## MSG-3 Maintenance Concept Application in Maintenance & Engineering Management (Part 2)

韩文军 / 中国国际货运航空有限公司

为说明 MSG-2 和 MSG-3 分析逻辑的不同,以下简单介绍 MSG-3 的结构、系统和区域分析逻辑的应用。

### 结构分析

MSG-3 结构分析首先将飞机结构分成重要结构项目 (SSI) 和其他结构项目。

重要结构项目通常是飞机的主要结构,包括结构细节、结构元件和结构组合,并且承载飞行中产生的、地面运行过程中和飞机增压/释压循环过程中的主要应力负载。重要结构项目的

失效将导致结构功能的丧失或结构剩余强度的降低。

其他结构项目是除了重要结构项目以外的次要结构部分。其他结构项目主要包括承受次要结构所产生的惯性负载或承受空气动力所产生的载荷。

选择重要结构项目时考虑以下因素:

1. 该重要结构项目的失效是否影响安全?
2. 是否直接严重影响飞机的操作能力?

3. 通过制定一个合理有效的例行维修工作能否避免或延迟失效的发生?

4. 该项目是单路传结构项目吗?

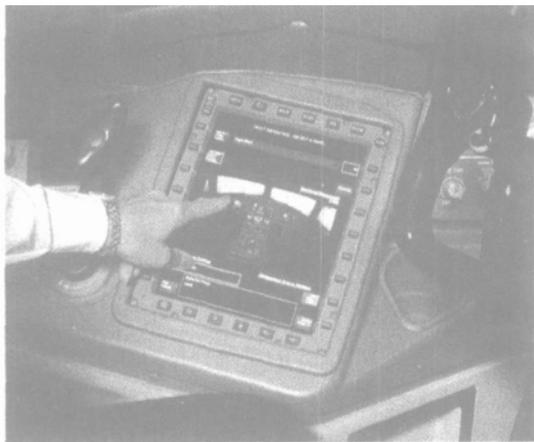
5. 该项目是否承受高度集中/高频的拉应力?

6. 该项目是否是重要结构项目的连接装置?

7. 该项目是否是主要结构?

如果对以上问题的回答都是否定的,则这个项目不是结构重要项目 (SSI)。

MSG-3 的结构分析将主要对所选定的重要结构项目进行针对环境损



在接收 30 架波音 777-300ER 后,酋长国航空公司将成为波音公司电子记录本的最大单一客户

用目视的方法检查飞机机体。而且波音确信,对于波音 777 的用户来说,复合

材料修理培训不存在问题。而对于非波音 777 的用户来说,培训工作主要集中在复合材料和更多的电子设备的修理上。

结构和系统方面的优势,使得波音 787 航线维修的间隔为 1000 小时,基地维修的间隔为 36 月,大修间隔为 12 年。相对于 A330 的航线维修间隔为 700 小时、基地维修 18 月和 6 年的大修间隔,波音 787 将比 A330 的维修成

本低 33%。在为期 8 年的时间周期里,波音 787 可以减少 14 次航线检查、2 次

C 检和至少一次结构检查 (4C)。

这样计算下来,在这 8 年的时间里,波音 787 可以比 A330 多完成 131 次飞行、减少 80% 停机检修时间。这些数据是根据在 8 年的时间内,由于机械原因取消、返航或飞往备降机场, A330 会损失 13 次飞行而波音 787 会损失 8 次飞行、A330 会因为要做定检损失 150 次飞行而波音 787 只损失 24 次飞行。总计 A330 会损失 163 次飞行而波音 787 损失 32 次飞行。

波音采用电子结构也可以减少维修成本,并提高系统的可靠性,主要是因为改进了监控和诊断。

(成磊编译, O&M, April 2005)



伤、意外损伤和疲劳损伤的分析。

MSG-3 飞机结构分析指定结构维修要求的简化流程图见图 1。

环境损伤主要源于与周围结构接触所产生的化学反应。这种损伤多数与使用时间 / 长短有关, 但有时并没有必然联系。结构表面保护层的损坏或脱落通常与使用时间长短有关, 而由于腐蚀性液体的渗漏导致的结构腐蚀与使用时间长短不一定有直接的关系。针对这种损伤所指定的维修工作通常是按规定的初次检查要求对结构进行检查。

飞机结构的意外损伤主要由于和其他物体的碰撞或接触、不适当的制造工艺和不恰当的维修所致。结构的意外损伤随时都可能出现, 而且都会在不同程度上降低结构的剩余强度。

疲劳损伤是由于结构承受连续的负载导致的累计结果, 疲劳损伤的特征是产生可视裂纹和裂纹出现后以一定的特征扩展。对结构疲劳损伤所制定的维修工作通常是按照飞机结构取证过程中规定的初次检查和重复间隔对结构进行检查。规定的检查方法是根据批准的结构损伤容限评估的结果指定的。对所规定的检查方法的修改或调整都必须经过行业指导委员会 (ISC) 的批准。

结构分析的结果为飞机结构指定检查深度不同的结构检查工作。确定检查工作的等级和方法应该充分考虑在不影响结构安全 / 完整性的前提下, 以最小的成本完成针对飞机结构所规定的维修要求。

MSG-3 结构分析确定结构检查方法 / 等级时主要应考虑结构项目的安装部位和可接近性、可探测的结构损伤程度和临界结构损伤程度、结构材料的疲劳特征以及结构检查的初始间隔和

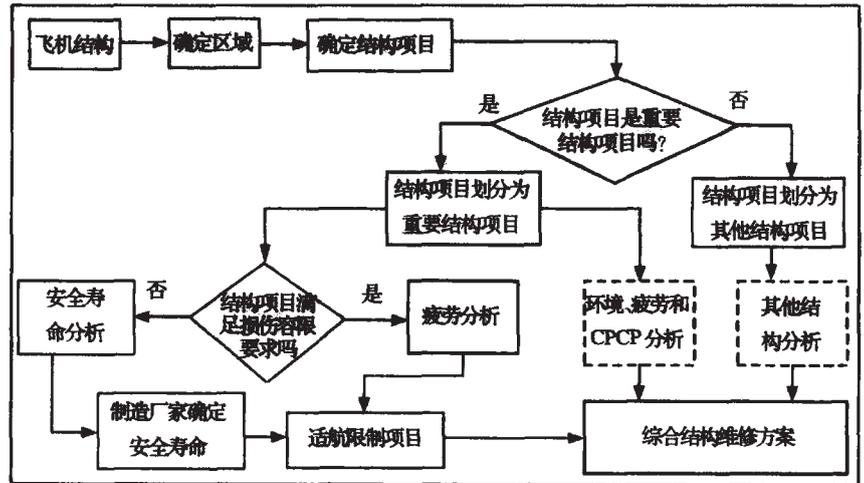


图 1 结构分析概述简图

重复检查间隔。典型的结构检查工作是: 内部和 / 或外部一般目视检查、详细检查和 (包括各种无损探伤检查的) 特殊详细检查工作。指定这些检查方法 / 等级应考虑从最简单 / 成本最低到更复杂 / 成本最大的顺序。

规定的目视检查要求通常应需借助一些辅助的检查工具, 如手电筒、目视检查放大镜、反光镜等。常用的特殊详细检查方法可能包括 X-光检查、超声波检查、涡流检查、磁粉检查和渗透检查。维修人员必须按照维修大纲规定的检查方法 / 等级完成结构检查工作, 对规定的检查方法 / 等级的偏离必须获得行业指导委员会 (ISC) 的批准。

#### 系统分析

MSG-3 的系统分析程序首先将飞机系统按 ATA 章节划分到零部件层面, 从中选择重要维修项目 (Maintenance Significant Items)。针对每一个重要维修项目进行 MSG-3 的逻辑分析, 再根据分析结果指定维修要求和维修间隔。对所有重要维修项目的逻辑分析是从上到下 / 从大到小展开, 分析到最

高的可管理层面 (飞机或飞机系统), 在指定适用和有效的工作后就无需再继续对下面的管理层面 (零部件或组件层面) 进行分析。

应用 MSG-3 分析逻辑指定维修工作时主要考虑以下因素:

#### 1. 安全性

选定的重要维修项目失效后会不会影响安全?

#### 2. 可探测性

选定的重要维修项目失效后工作机组是否可以探测到, 即飞行机组在正常的工作姿态下可否观察到失效指示?

#### 3. 对运行的影响

选定的重要维修项目失效后会不会对飞机正常运行产生重要影响?

#### 4. 对运行经济性的影响

选定的重要维修项目失效后对运行经济性会不会产生严重的影响?

MSG-3 的系统分析分两个阶段进行。第一阶段对飞机系统的失效和失效影响进行分析, 将其分解成两种 8 类。即对工作机组来讲是明显失效或机组人员无法探测到的隐性失效。明显失效又细分为影响安全的、影响运行和只影响运行经济性的。而飞行机

组无法探测到的隐性失效则分成影响安全的和只影响运行经济性的两类。MSG-3 第一阶段系统分析的简化流程图见图 2。

MSG-3 系统分析的第二阶段是根据系统失效及其对系统工作的影响指定相应的维修要求。分析结果所指定的维修工作的级别、种类和间隔取决于民用航空规章的要求、先前飞机系统和动力装置的使用经验、航空公司和制造厂家的可靠性数据以及行业指导委员会和 / 或相应工作组的决定。新设备的维修要求根据设备供货商的建议确定，或由行业指导委员会和 / 工作组共同商定。MSG-3 系统分析第二阶段指定维修要求的简化流程图见图 3。

### 区域分析

MSG-3 区域分析的概念源于 MSG -2 飞机传统的集合检查 (Area Inspection) 要求。制定 MSG-3 分析逻辑时，行业指导委员会根据维修计划人员提出的将过去的集合检查工作要求作为一种有效的视情维修或识别故障缺陷的方法，创立了 MSG-3 逻辑分析中的区域分析逻辑。

MSG-3 区域分析逻辑的分析结果通常只是一系列的一般目视检查工作，将区域分析中需要特别关注的维修要求（如详细检查或特殊的详细检查维修要求）转移到飞机系统或结构检查方案中去。

区域检查工作的目的是确保所检查的区域内所有系统项目和可视结构部分的安装是否牢靠、探测是否存在由于任何失效或损伤导致的相邻结构的二次损伤、区域内系统和结构项目的一般情况等。需要进行详细和特殊详细检查和性能恢复等维修要求转移

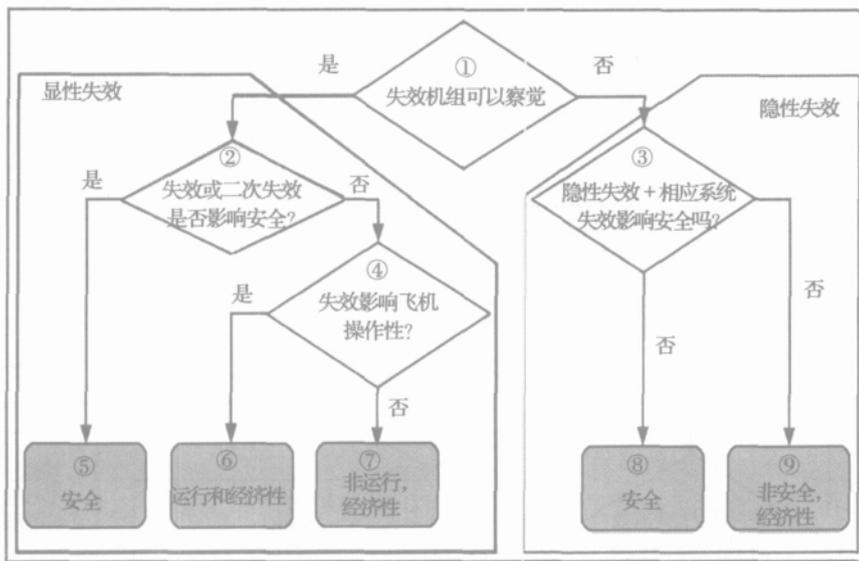


图 2 MSG-3 系统分析第一阶段的简化流程图

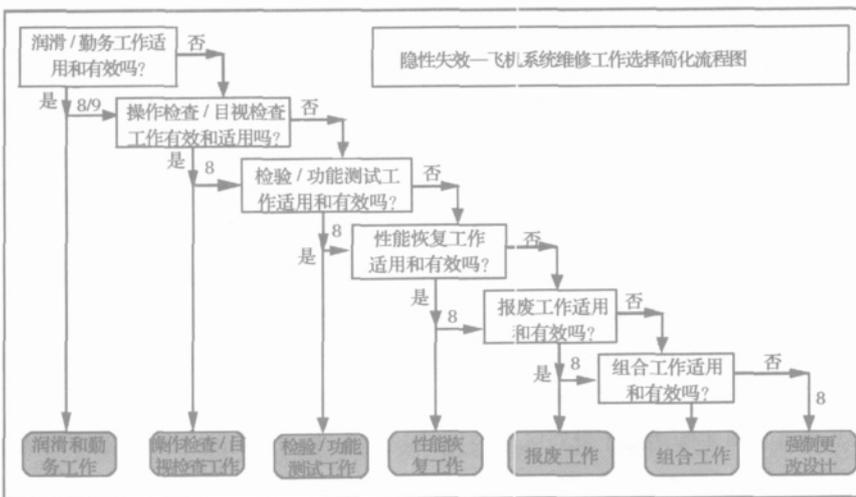
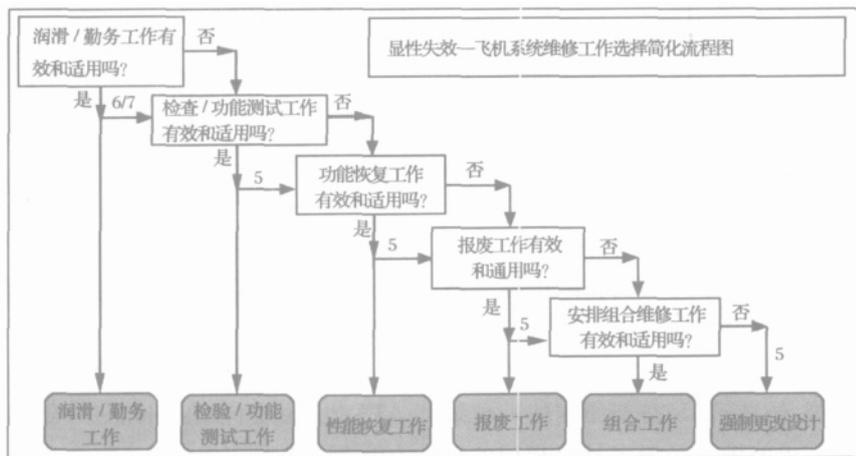


图 3 MSG-3 系统分析第二阶段的简化流程图

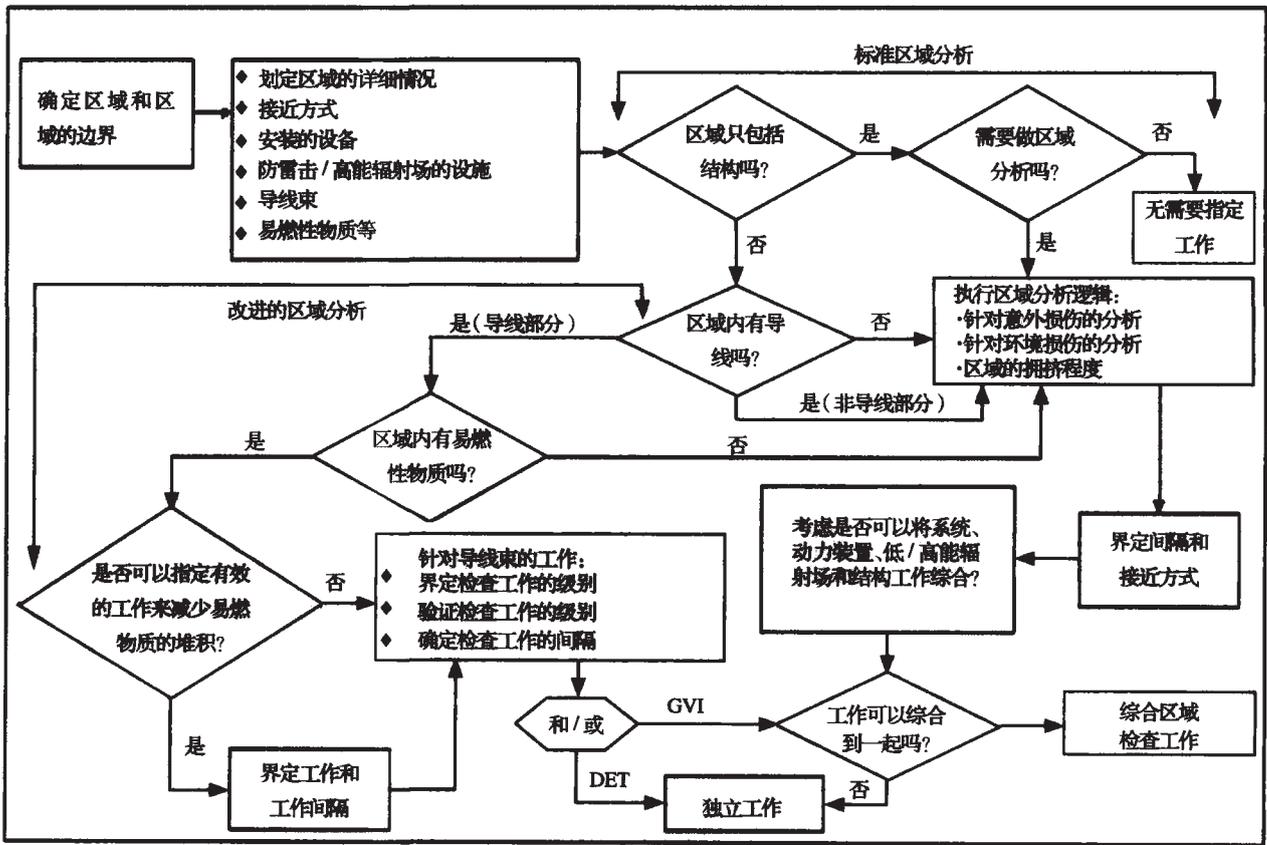


图 4 MSG-3 飞机区域分析指定维修工作的简化流程图

到系统或结构检查方案中。

由于很多的系统和结构维修要求与区域分析逻辑产生的维修工作具有相同的接近方式和类似的检查间隔,因此,区域分析指定的一项维修要求就满足了很多具有相同的接近方式和同等间隔的系统和结构方面的维修要求。完成区域规定的检查要求就满足了很多相应的系统和结构的 MSG-3 逻辑分析所产生的维修工作。

MSG-3 逻辑分析 1980 年首次在波音 767 上应用,到目前为止,已持续地更新到最新的版本 MSG-3.2001.1 版。不断改进的区域分析逻辑涉及的分析内容和范围也在逐步增加。MSG-3.2001.1 版增加了针对区域内导线/导线束、是否存在易燃性物质、电路保护装置(屏蔽导线,布线架,接地

导线和导电防护网的复合材料等)以及针对雷击以及高/低能辐射场保护装置的分析。

MSG-3 区域分析首先将飞机按照 ATA 规范划分区域,针对每一个划定的区域准备相应的工作表格。由 ISC (行业指导委员会) 区域分析工作组共同指定区域维修要求。根据区域分析结果指定维修工作时主要考虑以下几点:

1. 区域的密度 - 区域内安装零部件多少和拥挤程度;
2. 维修工作的频率 - 单位时间内例行检查该区域的次数;
3. 该区域所处的环境 - 对外界使用环境暴露的程度;
4. 检查间隔的长短 - 通常区域检查间隔应尽量和系统和结构检查间隔相吻合。

改进的区域分析逻辑还评估区域内是否存在易燃性物质 - 飞机运行中可能产生的堆积物,以及由于设计原因可能导致的燃油蒸气的聚集等。为便于理解,可参照图 4 简化的 MSG-3 区域分析逻辑图。 □

### Ameco 承修菲律宾宿雾第二台发动机

6月28日,菲律宾宿雾太平洋航空公司(CEBU PacificAir)一架波音757飞机进入四机位机库实施换发。刚刚由 Ameco 为该公司检修完毕的首台发动机装机使用,而拆换下来的同型号发动机将继续由 Ameco 修理。宿雾首台发动机是3月中旬送到 Ameco 检修的, Ameco 最终比合同周期提前17天完成检修,得到了客户的好评。

(汪翠华 李开颜)