

# 从水 / 废水系统角度浅析《故障隔离手册》

王斯怡

(上海飞机设计研究院产品支援部 上海 200232)

**摘要:**本文以民用飞机的水/废水系统的角度,以某机型飞机的水废水系统为重点,从故障描述、初步评估、可能的故障原因和故障程序四部分,介绍了《故障隔离手册》编写思路和要点。同时也论述了FIM的相关概念、使用和编写标准,及其与其他手册的关系。

**关键词:**故障隔离手册 水/废水系统 编写思路

中图分类号:X52

文献标识码:A

文章编号:1674-098X(2011)11(c)-0115-02

## Primary Analysis of Fault Isolation Manual from the viewpoint of water/waste system

**Abstract:** This paper discusses and introduces the FIM developing concepts and key points from the viewpoint of water/waste system of civil airplanes, focuses on the water/waste system of certain aircraft, which is distributed to the description of fault, initial evaluation, and possible causes and fault isolation procedure. Meanwhile, it also explains the data source and the usage of FIM, developing specification, and the relationship to other manuals.

**Key Words:** FIM, water/waste system, developing concepts

### 引言

“技术出版物”——作为飞机研制链的下游,伴随着飞机设计、制造、试飞、取证、交付和后续使用与保障的整个过程。据不完全统计,在1982-1991年间,全世界由于维修和检查不当导致的空难事故占同期总数的12%。所以正确的按照手册中的规定的要求与程序进行排故,不仅会提高飞机的安全性和可靠性,还可提高飞机的后续使用寿命并节约运营成本。《故障隔离手册》(Fault Isolation Manual 简称FIM)是众多维修类手册之一。本文将通过以某机型的水/废水系统的故障为例,阐述了故障隔离手册的组成和编写思路及要点,希望能够对后续编写民用飞机故障隔离手册的人员给以启迪和借鉴。

### 1 FIM有关介绍

FIM作为一份飞机维护和修理的技术出版物,在飞机投入运营后,每天都伴随着维修人员的日日夜夜,确保着飞机的安全。其主要作用是指导帮助航空公司识别、分析和排除飞行和/或地面探测到的故障,在

实际排故过程中,航空公司也可以根据自身积累的排故经验和众多其他维修知识对飞机进行排故。

#### 1.1 FIM与其他手册的关系

FIM中会引用并参考其他手册的内容,其中包括飞机维修手册(Aircraft Maintenance Manual 简称AMM)、线路图手册(Wiring Diagram Manual简称WDM)、区域口盖手册等等。例如FIM中很多设备的拆装、勤务工作将引用于飞机维修手册的内容,采用任务标题和任务号的方式编写,以供航线维修人员查阅和参考。

#### 1.2 FIM的编写标准和原则

FIM按照国际的通用的标准ATA2200航空维修资料标准(简称ATA2200标准)的相关要求编制,所以FIM手册与其他维修类手册的ATA编号规则保持一致。方便地面维护人员的查找。在此基础上,FIM手册的编写人员还需了解系统的基本原理。具体详细的系统原理介绍也可以参照AMM中的系统说明部分(System Description Section简称“SDS”)才可以准确判断出故障的原因,并根据故障原因予以排故,某些系统

的原理图也会在FIM中显示。

#### 1.3 FIM的使用

在航线维护过程中,航空公司的航线排故人员会根据不同的故障,查找不同的故障清单,针对每一种故障,都有唯一标识的故障代码,使用故障代码索引,找到所要查找的具体故障,确认故障,并按照手册中的具体排故程序操作。

在排故过程中,一部分故障可以通过飞机独立的中央维护系统(Central Maintenance System 简称CMS)对故障进行监控和隔离。同时其系统还可以进行自测试,为排故人员提供了集中的、标准化的排故方法,减少了排故时间并降低了维护成本。在驾驶舱内,机组可通过显示系统获得各系统的故障信息,飞机系统数据主要由EICAS信息,飞行数据记录系统,中央维护系统等组成。维护人员可以通过EICAS信息的异常参数,或发出的警告,CMS探测到的故障信息来查阅FIM手册中的具体故障名称和代码,并根据此名称和代码,在FIM中找到相应的故障原因并进行排故。

### 2 FIM的编写思路

FIM手册中的每一项排故任务由四部分组成:概述;初步评估;可能的原因和故障隔离程序。以下是对四部分的编写思路分别予以说明。

#### 2.1 概述部分

概述部分主要包含故障代码及故障的描述。这些故障主要由明显现象的故障组成。航空器可能发生的故障应当源于型号审定过程中的系统安全分析,是航空器监控系统所能检测到的故障,同时包括机组和维修人员发现的故障。这些故障包括但不限于以下方面:

a. 驾驶舱内所有警告、警戒和告诫所对

表1 某机型水/废水系统部分观察到的故障部分列表

系统漏水:在前货舱天花板可见
系统漏水:在后货舱天花板可见
废水箱排放球阀:拉动手柄时无法进行废水排放
废水箱:无法进行冲洗
在LCM上的废水箱状态显示:废水箱没有满时显示废水箱已满

表2 某机型的水/废水系统的客舱故障部分列表

厨房供水:质量差
厨房供水:臭味
厨房水槽过滤筛:断裂/被损坏
水/废水状态板上的“WASTE INOP”指示灯:显示错误的信息
盥洗室水龙头:断裂/被损坏
盥洗室水龙头:渗漏
盥洗室水龙头:低点(压力/数量)

应的故障信息;

b. 中央维护计算机系统中所有的故障信息;

c. 航空器产品部件上指示的故障信息;

d. 飞行员飞行中可能报告的故障;

e. 其他机组人员运行中可能报告的故障;

f. 维修人员例行检查时可能发现的故障。

观察到的故障是指在EICAS显示器上没有显示,但飞行机组和地勤人员能够察觉的那些故障。从水、废水系统观察到的故障主要有以下几类,如表1所示:

客舱故障是指由客舱乘务人员观察到的客舱设备和系统的故障。水/废水系统ATA38章的客舱故障主要以集水池、水龙头、盥洗室、盥洗盆等客舱的部件故障为主,如表2所示:

以上这些故障信息数据由制造商可以根据自己实际的排故经验,和航线观察到的故障和客舱故障来编写,也可以通过系统供应商提供的系统接口控制文件(Interface Control Document 简称ICD)和部件维修手册(Component Maintenance Manual简称CMM)及相关维修经验来判断故障现象,再根据系统的工作原理来确定正确的隔离程序。每一个故障现象都会有故障代码标识,故障隔离代码的编写按照ATA2200的要求进行确定,并在故障索引中给予说明。在每一个隔离任务的故障描述中,应有故障描述和故障代码。

## 2.2 初步评估

故障隔离评估提供了在执行故障隔离程序前应进行的准备工作,确保系统在排故前处于所需的模式。内容包括哪些系统应通电或断电,哪些断路器应闭合或断开。必要时,初步评估中还要判断故障是否属于间歇性故障,如果发现是间歇性故障,应断定更换哪一个具体部件,引导维修人员进入故障隔离程序。

## 2.3 故障原因

FIM的编写人员,除要对故障产生的机理有所了解外,还要判断故障的逻辑。FRM/FIM是在EICAS/CMC信息的逻辑分析、MSG-31分析和用户使用的反馈信息的基础上编制的;在MSG-3分析中,会对不同的子系统的重要维修项目(Maintenance Significant Item简称MSI)进行确定,并对飞机的安全性、故障原因和相关功能进行分析,从而对故障原因提供了有效的分析依据,帮助编写人员能够快速发现故障的原因。

例如:以某机型飞机的38-32 TASK

801废水箱无法进行冲洗的故障为例,故障原因主要有以下三个:废水箱冲洗管路发生结冰;废水箱冲洗接头发生堵塞;以及废水箱冲洗喷头发生堵塞。其中废水箱冲洗管路发生结冰这一故障原因源自MSG-3水/废水防冰分析而来,废水箱冲洗接头因位于废水服务板上,根据服务程序可以连接废水服务车。为了防止冲洗接头处结冰,接头处装有加热垫进行热保护。

如果冲洗接头被冻住,无法进行废水箱冲洗服务,长期如此,则会影响到废水箱内的水位传感器的工作,势必影响到机上人员对废水箱水位的判断,使得废水箱无法冲洗,所以排故的程序应更换废水箱冲洗接头。

部分水/废水系统的故障信息储存在中央维护计算机(Central Maintenance Computer 简称CMC)中,其中某机型飞机水/废水系统的部分故障信息在CMC中的多功能显示器中给予显示。在进行排故之前,维修人员需要对存储的信息进行查阅。同时,飞机制造商会同航空公司开发标准化程序来收集和分析用户维修和使用方面的经验以改善FRM/FIM的有效性;所以FIM在飞机交付前乃至交付后,都应根据航线维修情况和相关经验积累,对故障原因不断给予更新。

## 2.4 故障隔离程序

(1)编写原则。故障隔离程序中应当采用最直接、最简便的分析检查方法和纠正措施,尽量避免任何不必要的步骤;在具体程序的编写中,涉及到组件的拆卸,更换程序,以设备组件的定义以制造商提供的LRU(Line Replaceable Unit现场可更换单元)清单为主,每个故障隔离程序都具有唯一的AMTOSS2(全称为Aircraft Maintenance Task Oriented Support System)任务号,以便在故障代码索引或维修信息索引中进行参考。格式与AMM程序中的格式相同。如果故障隔离任务包含一个测试或试验,则应将测试的每一个可能的结果加以说明。

(2)排序。故障隔离程序中针对每一可能故障而采取的维修措施应按照故障发生的概率或其可达性来排序,以概率高的故障为先,概率低的故障为后。故障发生的概率应根据对设备的SSA(System Safety Assessment系统安全性评估)分析进行。并且故障隔离程序应采用逻辑决断的方法,通过对可能的故障逐步进行鉴别、分析、纠正;例如:

对于任务号为38-33 TASK 802 关于“在LCM上的废水箱状态显示:废水箱没有

满时显示废水箱已满”的故障。故障可能的原因经过分析主要有两个:逻辑控制模块故障和超声波传感器故障。因为根据平均故障间隔时间MTBF3(全称为Mean Time Between Failure),某机型飞机的逻辑控制模块时间为82000小时,超声波传感器为90000小时。所以在航线上最容易发生故障的是逻辑控制模块故障。所以在经过对故障的逻辑控制模块自检后,如果故障还没有消除,则更换该模块。如果是传感器故障,则对传感器进行更换。

## 3 结语

民用飞机的水/废水系统的主要维修工作一定会结合FIM和维修程序来完成,其维修工作的质量决定了飞机能否签派,以及乘客在旅途过程中的舒适度。本文从水/废水系统的角度介绍了FIM的具体编写思路和方法。我国目前尚缺少民用飞机手册的编写经验,所以在FIM的编写过程中,许多还参照了其他机种的许多资料 and 标准完成。同时在飞机交付以后,如观察到的故障和客舱故障会随着飞机的定期维修,FIM会不断给予更新。随着国内民用航空业的发展,相信FIM的编写工作会更加深入和完善。

## 名词解释

- [1] MSG-3思想:MSG-3是目前世界各国管理当局共同认可、使用的维修思想和工作原理,是飞机维修的基础理论。MSG-3思想的事先是设计、制造、审定和维修等各方面在飞机全生命周期中的不同阶段共同努力的结果。
- [2] AMTOSS(飞机维修任务定向支持系统),为了区别在飞机上所作维修的不同功能,与维修功能有关的AMM程序,包括标准实施,为每项操作内容指定唯一的任务或者子任务号。
- [3] MTBF(平均故障间隔时间):可修复产品可靠性的一种基本参数,其度量方法为:在规定的条件下和规定的时间内,产品寿命单位总数与故障总次数之比。

## 参考文献

- [1] 丰世林.现代运输机航线维护排故思路.航空维修与工程,2010,3.
- [2] ATA2200航空维修资料标准,2000,1.
- [3] 汪炜.航空维修中的故障处理.航空维修,2006,9.
- [4] 林斐.浅谈维修大纲与维修方案.江苏航空,2005,1