

# 机务维修系统非例行维修平台的设计研究

## Research on the Unscheduled Maintenance Platform Design for Airline Maintenance System

倪洁/Ni Jie

(上海安托信息技术有限公司,上海 201611)

(Shanghai Atoz Company, Shanghai 201611, China)

### 摘要:

非例行维修是航空公司机务维修方案的重要组成部分。由于非例行维修的不确定性,需要调研航空公司的业务流程和运行特点,分析具体的设计需求,开发出有效的现代化非例行维修管理平台。运用 Delphi 工具及 Oracle 数据库开发出航空公司非例行机务维修平台,以非单生命周期数据流转为核心,建立起航空公司对于非例行维修的管理平台,并介绍实现平台功能的几项关键技术。实际情况表明平台能够对航空公司的维修管理进行有效的控制,缩短维修时间,降低维修成本。

**关键词:**机务维修;非例行维修平台;非单生命周期管理

[Abstract] The unscheduled maintenance is a very important item in the airline maintenance proposal and plan. Because of the uncertainty of the unscheduled maintenance, in order to develop the effect platform, the specific requirement and operation characteristics of dedicated airlines should be investigated and the detailed requirement should be analyzed. The Delphi and Oracle software had been implemented to develop a dedicated unscheduled maintenance system, using the life cycle management of the unscheduled form as the system core function, to realize the airline unscheduled maintenance management. Some critical technology about the platform had been introduced. The real operation of the platform shown the effective result of saving the cost and shorten the maintenance time.

[Key words] Airline Maintenance; Unscheduled Maintenance Platform; Unscheduled Form Life Cycle Management

## 0 引言

随着市场经济的深入,航空公司间的竞争进一步加剧,航空公司面临“低票价、高质量、方便快捷”的市场要求。因此,运行成本费用的高低成为航空公司竞争成败的关键,也成为航空公司实力强弱的标志之一。

航空公司的运营成本包括空勤成本、维修成本、燃油成本、机场费用等,其中维修成本是航空公司运营成本的重要组成部分。航空公司机务维修成本一般包括飞机维修成本、飞机材料成本、发动机大修成本三部分,由于其发生额一般较大,在航空公司成本结构中的比重超过 10%。同时,航空公

司的维修成本对于政府当局更好的监控以及飞机制造商对飞机的改进也有很大参考价值。

航空公司实际运营中的机务维修工作主要包括例行维修和非例行维修两部分。相对例行维修而言,非例行维修的工作来源、时间和对维修的工具材料要求都是不固定的,对于非例行维修的管理直接体现了航空公司自身的成本控制能力、应急处理能力和工程技术能力。

通过信息化的方式,可以完善航空公司整个机务维修系统。通过把非例行工作从例行工作中分离出来,留下书面、系统记录,将非例行工作涉及的部门通过非单生命周期协调起来,可以便于航空公司内部各部门了解非例行维修的工作单在生命周

期中的情况,确保在飞机出场前所有的工作单都处于可控状态。

## 1 机务维修概述

### 1.1 例行维修简述

根据民航总局的咨询通告,运营人应当根据该机型现行有效维修审查委员会报告、制造厂家提供的有关持续适航文件(如维修计划文件、审定维修要求等)和中国民用航空总局的有关要求制定初始维修方案<sup>[1]</sup>。航空公司的计划维修即定期的检修,包括 MRBR、适航指令、服务通告等项目,是需要完成的既定维修项目<sup>[2]</sup>。例行工作的主要工作内容是各种拆装检查、加注润滑油脂以及防腐等,对应的工作量占据了整个飞机维修工作量较大比例。一般通过字母检等方式制定例行的维修计划<sup>[3]</sup>。

例行维修的最大特点是虽然工作量较大,但维修任务是根据各方文件要求提前计划好可以有条不紊的,一般航空公司的例行维修计划系统都比较完善。尽管例行工作的工作量较大,但是对整个维修计划的影响却较小,而且维修计划人员也比较容易控制<sup>[4]</sup>。

### 1.2 非例行维修的特点和设计考虑

非例行工作是指对检查中发现的故障进行修理或排故的工作<sup>[4]</sup>。非例行工作最大的特点是不确定性,是影响维修计划的最主要因素,也是维修计划人员比较难控制的方面。

非例行维修系统在系统实现上应考虑如下目标的实现:

(1) 以完成非例行维修工作为基本目标,通过定量形式将非例行维修中人员、航材等资源流程化。

(2) 能够通过系统帮助管理层掌握当前飞行器与维修人员配比、吞吐量,并对机务的发展进行有依据地规划。

(3) 将非例行工作从例行工作中固化出来,与工程师绩效关联,实现多劳多得的良性生产循环。

(4) 对已完成的非例行工作通过系统有序保存,将故障与工艺相对应,实现非例行工作教材化。

(5) 对非例行维修的工作历史分类汇总,为每架飞机生成维修档案。

## 2 非例行维修系统需求与方案

### 2.1 需求分析

非例行机务维修作为航空公司整个维修计划

的一个特殊部分,其目标是通过高效的系统平台,实现对航空公司整个机队的非例行维修的有效控制和执行,降低总维护成本。航空公司对于非例行维修平台的需求主要包括如下四个方面。

#### 2.1.1 系统必须对非例行维修整个过程进行控制

作为高度集成的民用客机,由于其设计的复杂性,航空公司无法对实际运营中的潜在飞机故障提前判断。非例行维修任务的目标就是针对客机在整个运营过程中出现的各类故障,进行快速响应和排除,确保飞机的正常运营。一般来说,整个非例行维修包括故障的产生、工作单的生成、工艺处理、维修人员执行等环节。非例行维修系统应当具备对飞机/部件的整个故障处理过程的监控机制。

#### 2.1.2 系统必须基于航空公司内部组织结构

航空公司在进行非例行维修工作时,需要内部各相关部门之间的共同合作,涉及到生产、维修、航线、航材、工程、工艺等角色,因此非例行维修平台的定制,必须依托于航空公司的内部架构,在设计平台时需要从整体出发,有效的整合不同部门和人员之间的角色,使得系统能够扁平化地发挥快速响应的能力。

#### 2.1.3 系统应具备知识库功能

非例行维修的一个特点就是故障的不确定性,因此为了能够对整个机队的非例行维修进行有效管理,系统在设计时必须具备知识库管理的功能,对于先前完成的非例行维修,通过系统平台进行自动管理,成为非例行维修知识库。

对于同属一类的故障和缺陷,完成一项非例行维修,可以为以后可能发生的类似故障的维修提供经验。主要的知识积累应包括故障种类和频率、故障工艺处理流程、航材需求等内容。

对于每架飞机或每个型号的飞机,其之前所有完成的非例行维修工作,也应建立飞机维修档案,为后续可能的非例行维修提供经验支持。

#### 2.1.4 系统必须能与航空公司其他系统对接

通常航空公司都拥有自己的维修管理系统,对飞机及零部件的例行维修进行管理,并集成飞机的维护文档信息。而作为航空公司维修管理的一部分,非例行机务维修平台应与例行维修系统保有接口关系。

航材是非例行工作是否能够开展的主要制约条件之一。因此,非例行维修系统需要和航材系统进行交联,支持操作人员进行工艺处理时实时便

捷地查询航材在可用库中的数量,将非例行工作中对航材的需求系统化,减少航材的临时采购,降低航材采购成本。

## 2.2 系统方案

某航空公司非例行维修系统能实现的主要功能如图 1 所示。

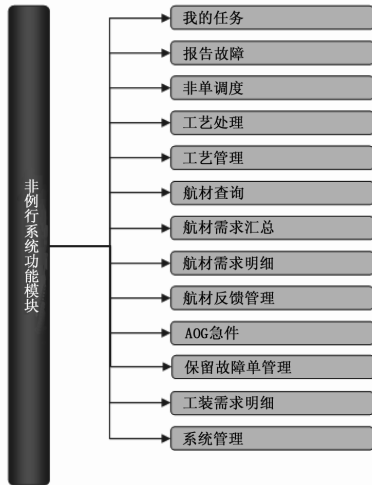


图 1 非例行系统主要功能模块

该系统针对飞机维修工作中遇到的突发情况所对应的工作流程进行了系统化梳理,将各生产维修和管理部门纳入进来。系统涉及的主要部门包括生产管理中心、航材中心、维修控制中心、工程技术部门、修理部门和航线部门等。系统的使用角色包括故障单录入员、非单调度员、工艺工程师、工艺知识管理员、AOG 急件处理小组、AOG 反馈人员、工艺调度人员、工艺协助人员、保留单故障维护人员和保留申请人员。

此系统的核心是对非例行维修工作单的生命周期进行管理,非单从生成到处理完毕的流程

如图 2 所示。

该系统以非例行故障单的生成、流转、调度为轴,故障单提交后生成非单,形成相对应的工艺处理流程,同时航材中心为该非单准备所需航材,直至该维修任务被分配并完成。对一些重要故障且不满足民航总局文件的非单进行保留处理,如果保留期内不能完成则必需停场。

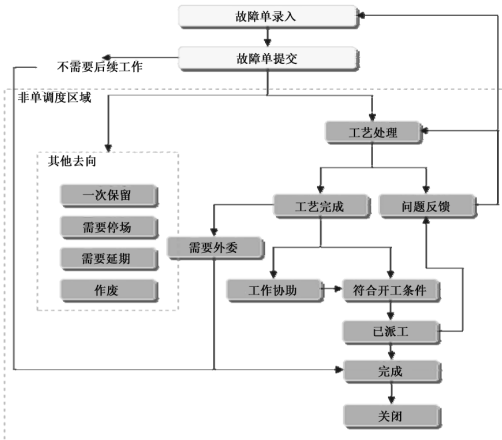


图 2 非单生命周期流转

## 3 非例行维修系统关键技术

### 3.1 故障报告和非单调度管理

故障报告是系统的最初输入,包括飞机的故障和部件的故障两个类别。故障报告如图 3 所示,系统支持有权限的操作人员录入故障单及需要的保留单,并要求对修复前是否可放行、必要人员是否签字确认、是否可以直接关闭、保留类型、保留期限等属性进行确认。对于已经确认并提交的故障单,在系统中产生非单后,第一时间流转至相关管理部门及工作部门。

故障\缺陷来源区域										
故障报告单号	对应非单号	飞机号	飞机工作指令号	ATA章节号	区域	相关工卡号	检查类别	开卡人员	开卡日期	开卡部门
05028151	312120070109004	3121		53			g	zhang	2007-12-11	虹桥修理
10015566	2178200703050001	2176		12-12121			c	jzz	2007-3-5	浦东航线
10029102	2153200702140001	2153		24-32	的fe		2	张	2007-2-14	虹桥航线
020830580	2563200702140002	2563		23-23			fe	dfjl	2007-2-14	虹桥航线
Tgl26	2176200701150002	2176		sdkjfk			dsfdf	kkgs	2007-1-15	虹桥修理
000000010	293820060928002	2938	jj3h38u	23		ou9u	c1	张	2006-12-11	虹桥修理
shafa001	123	2153	ELY	1	上海	001	集成测试	高玉昆	2006-9-28	虹桥航线
1234	453453	5411		13213			C检	随风倒	2006-9-28	虹桥修理
kechang	2222	54645	kechang	kechang	kechang	kechang	kechang	kechang	2006-9-25	虹桥修理
dssssssssssssssss	789	33333/33		333	3333	3333		3333	1909-2-14	虹桥修理

图 3 故障单页面示意图

图4为非单页面示意图。在系统中,有权限的操作员对非单进行管理,可通过查询条件筛选定位非单,对非单整个生命周期进行调度。

非单是由故障单生成的,因此该模块中不仅包

含了增加和更改的常规功能,还包括了对非单进度调控的功能,如转发至其他部门要求协助、将某个非单分配至指定人员、设定准备期限等。同时,还可以根据实际情况申请保留、延期。



图4 非单页面示意图

### 3.2 工艺流程

工艺流程包括工艺处理与工艺管理。

对于工艺处理而言,系统根据故障单生成非单后,对于填写完整并不影响放行的非单,由机务维修部门调度收集汇总,交由工艺科控制员进行工艺编写并确定完成期限。通过工艺制作,将相关的要求转换成工程指令。

工艺管理是一种知识库管理,可以将先前各类维修的过程通过系统管理起来。由于飞机维修有一套非常严格的流程,包括工艺步骤要求、航材要

求、工装要求。针对不同型号飞机突发不同类型的故障和缺陷,需要有经验的工艺师准确地给出所需的工艺、航材、工装,该经验本身对于机务维修来说是可以重复使用的知识库。因此,系统支持有权限的工艺工程师能在日常工作中将已有的工艺积累到工艺管理中,使得对于今后潜在的非例行维修工作,可以从知识库中获取工艺、航材、工装信息,简化可能的重复操作,保证工艺处理的质量并提高处理效率,使工艺人员在整个非例行流程中充分发挥专家效用,不至于随着飞机数量的增加而产生瓶颈。

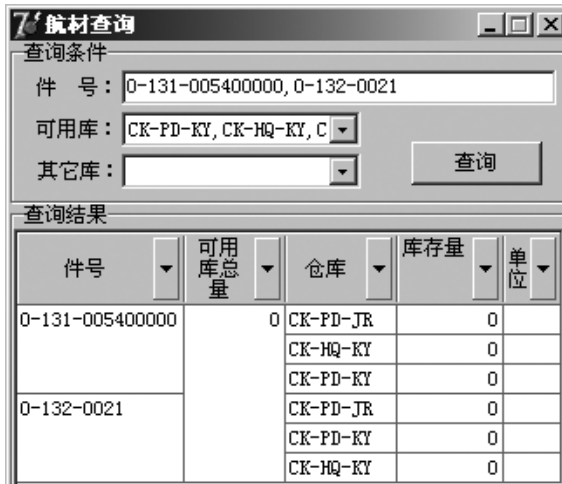


图5 航材查询页面

(下转第66页)

箱结构内是否有电弧或者火花存在,须通过相关试验进行测试。试验级别分为飞机级、系统级、部件级等闪电效应试验,试验类型又可以分为闪电直接效应试验和闪电间接效应试验。

关于燃油系统及结构闪电效应试验程序可参考 ARP 5416<sup>[8]</sup>。

### 2.3 检查确认及定期维护

对某些燃油箱系统点火源防护特征的有效性进行验证,如油箱内部件的安装、油箱内或附近线缆安装的间距等,必须通过符合性方法 7(MOC7)机上检查进行确认。

对于某些关键点火源防护特征的构型必须进行控制,即规定相应的关键设计构型控制限制(CD-CCL)指示说明,保证点火源防护特征的完整性。

对所有和点火源相关的防护特征必须进行定期检查维护(如 MSG-3 分析任务),保证点火源防护特征的不退化,不降级。

## 3 结论

本文通过参考相关 FAA 咨询通告,对飞机燃油箱点火源防护的符合性分析及相关验证进行了研究,主要有:

(1) 逐条归纳出条款的符合性分析方法;

(上接第 61 页)

### 3.3 航材管理

航材管理包括航材查询和航材需求管理。

图 5 为航材查询页面,操作人员能查询一个或多个航材在不同仓库或多个仓库中的累计数量。

航材需求汇总是从航材角度将不同非单中缺少的同牌号的航材汇总在一起。其中,针对每款牌号航材,系统罗列了缺件数量、库存航材参考数量、该航材首次需求截止日期等信息,让航材处理人员能从全局的角度安排航材的采购、借贷等工作。同时,系统还提供了针对被需求航材的非单所在阶段的查询,让航材处理人员能在了解缺件航材重要性的前提下,妥善安排航材的采购和借贷工作。航材入库时,系统能及时获取该入库信息,并将该航材入库引起的后续行为提醒给非单管理人员。

## 4 结论

通过与航空公司进行业务调研,使用 Delphi 及

(2) 总结出燃油箱点火源防护要求及设计指南;

(3) 总结出点火源防护的试验验证方法;

(4) 归纳出编制持续适航文件的原则和思路。

### 参考文献:

[1] AC 25. 981-1C, FUEL TANK IGNITION SOURCE PREVENTION GUIDELINES, Sep 19, 2008.

[2] ANMPolicy Statement on Process for Developing SFAR 88-related Instructions for Maintenance and Inspection of Fuel Tank Systems, October 6, 2004.

[3] AC25. 981, FUEL TANK FLAMMABILITY REDUCTION MEANS, Federal Aviation Administration, Sep 19, 2008.

[4] AIR1662, Minimization of Electrostatic Hazards in Aircraft Fuel Systems, Dec, 2007.

[5] AC 25. 1701-1, Certification of Electrical Wiring Interconnection Systems on Transport Category Airplanes, Dec 4, 2007.

[6] RTCA Document DO-160F, Environmental Conditions and Test Procedures for Airborne Equipment, Dec 6, 2007.

[7] MIL - STD - 810E, Explosive Atmosphere, September 1, 1993.

[8] ARP 5415, Aircraft Lightning Test Methods, March, 2005.

Oracle 数据库建立了适用性强的非例行维修系统平台。此平台和航空公司已有的例行维修系统、航材系统等机务维修管理系统能有效地结合。

本系统为航空公司非例行维修的有效管理提供了信息化的手段。实际运行结果表明,本系统可以对航空公司的维修管理进行有效地控制,缩短维修时间、降低维修成本、提高协同工作效率、降低航材采购成本,形成机务特有的维修专家及时响应系统。

### 参考文献:

[1] 咨询通告 AC-121-53 民用航空器维修方案.

[2] 咨询通告 AC-121-66 维修计划和控制.

[3] 咨询通告 AC-145-12 航空器机体项目维修类别限制.

[4] 陈曙光. 维修计划与维修资源[J]. 中国民用航空, 2011, 121(1): 69-71.