

DOI: 10.19416/j.cnki.1674-9804.2019.03.015

关于提高运营故障数据处理和利用效率的方法研究

王燕玲*

(上海飞机设计研究院, 上海 201210)

摘 要:

某型飞机作为国产民机运营的探路者和先行者,在积累运行经验同时,也暴露出日利用率低(某型机队日利用率仅为空客机队的三分之一)、使用困难和机队重复故障多(空客机队重复故障为零,某型机队重复故障为两位数)、部分故障得不到及时有效的回复等问题。这些问题的存在有飞机设计可靠性的原因,但同时也反映出运营支持能力的不足,而其中运营数据处理的能力又是运营能力的核心体现。通过对运营故障数据的标记和分析,提高故障数据处理效率,为型号的设计优化提供支持和检验,从而大幅提升国产民机的运营支持能力,以提高飞机的商业竞争力。

关键词: 运营支持;故障数据记录;重复故障;设计优化;数据分析

中图分类号: V328.5

文献标识码: A

OSID:



0 引言

截至 2019 年 4 月 15 日,某型飞机自正式投入商业运行以来,机队累计飞行 10 010 h,实现了安全运行的基本目标。某型飞机作为国产民机运营的探路者和先行者,在积累运行经验的同时,也暴露出日利用率低(某型机队日利用率仅为空客机队的三分之一)、使用困难和机队重复故障多(空客机队重复故障为零,某型机队重复故障为两位数)、部分故障得不到及时有效的回复等问题。这些问题的存在有飞机设计可靠性的原因,但同时也反映出运营支持能力的不足,而其中运营数据处理的能力又是运营能力的核心体现。

目前,某型飞机运营支持 TSR/ISR(服务请求转移单/服务请求协调单)故障处理、C 检故障处理所依托的平台主要是快响平台,而运营故障数据通过记录表汇总与记录,需要大量人工记录、跟踪和管理。

在运营故障数据记录表中,故障数据的名称没有统一的命名规则,编号仅以流水号为准。因此,在

目前的管理模式下,运营数据的管理和查找、使用存在以下诸多不足:

- 1) 不具备重复项自动标识、提醒功能。一方面造成新接收的重复项故障处理效率低,占用了大量运营工程师、设计工程师等人力资源;另一方面使得重复项提取、统计困难;
- 2) 不具备检索和分析功能,影响数据的共享和分析、使用;
- 3) 运营故障数据难以作用于型号的优化设计;
- 4) 数据的编辑、查找和使用的结果主要依赖于运营工程师个人经验。

1 概述

随着某型飞机交付数量的不断增加,客户数量和机队规模在不断扩大,对运营数据处理效率和准确性要求更高,如果按照目前的运营数据管理模式继续下去,在不久的将来,运营支持人员数量的需求会猛增,对新增人员的培训要求也会日益提高,对响应的效率和数据的管理将会带来极大的挑战。

* 通信作者: E-mail: wangyanling@comac.cc

引用格式: 王燕玲. 关于提高运营故障数据处理效率和利用率的方法研究[J]. 民用飞机设计与研究, 2019(3):81-84.

WANG Y L. The Method Research of Improving Service Efficiency About Aircraft Operation Failure Records[J]. Civil Aircraft Design and Research, 2019(3):81-84(in Chinese).

从长远来看,运营的数据应及时有效地反馈到设计环节,通过运营数据的反馈,使飞机不断优化和完善,消除重复故障,从飞机设计初期就规避运营故障,不断提高飞机的设计、运营可靠性和商业竞争力,使飞机的设计和运营形成一个良性的闭环。

从以上两方面来看,目前的运营数据管理模式既满足不了近期的运营需要和设计需求,更无法满足将来的发展需求。完善运营数据管理模式,提高运营数据的处理效率,降低人力资源成本,提升运营数据对设计优化和改进的支持力度势在必行。

2 主要方法研究

由于目前运营故障数据记录分类不详尽,名称不规范,以及编号仅以流水号为准等特点,EXCEL 强大的检索和分析功能都得不到有效利用。因此,造成了目前运营故障数据处理效率低下、不具备数据检索和分析功能等现状。本文主要研究以下几个方面。

2.1 增加运营故障数据标记

在目前的运营故障记录表中,只包含了 TSR/ISR 编号、类型、标题、问题描述、答复内容等基本故障信息,数据信息标记不足,存在以下两个方面缺陷:

1) 运营工程师和设计师查看数据时针对性差、效率低;

2) 影响数据运营故障数据检索和分析功能。

因此,可以通过增加飞机注册号、责任部门(统计不同专业答复 TSR/ISR 数量)、问题类型、问题等级、是否按时答复、接收时间和答复时间、答复用时等数据标记有效地改善运营故障记录表所具备的功能。

2.2 提高运营故障数据处理效率

2.2.1 增加故障定位,自动识别重复故障

对所记录的运营故障数据进行分析 and 编辑,增加故障定位,其方法是:对故障进行三层 ATA 章节号和名称的定位。运营故障数据编辑示例如图 1 所示。

运营故障数据定位后,设置“突出显示单元格规则:重复值”,运营故障数据记录表能够实现自动标识、提醒重复项的功能,且在以下三个方面提高运营故障数据处理效率:

| A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P |
|----|----------|-----------|------|------------|----|-----------|-------------|-------------|------|-----|------|-----------|-----------|------|-------|
| 序号 | ATA 章节号 | ATA 名称 | 飞机注册 | TSR/ISR 编号 | 类型 | 标题 | 问题描述 | 答复内容 | 是否按时 | 回复者 | 责任部门 | 接收时间 | 答复时间 | 是否按时 | 答复用时 |
| 1 | 30-31-00 | 大气数据探头加热 | 106 | ISR- | 故障 | 探头加热系统 | 1. 探头加热系统 | 1. 探头加热系统 | 否 | XXX | XXX | 2016/1/16 | 2016/1/16 | 否 | 1095 |
| 2 | 30-31-00 | 大气数据探头加热 | 106 | ISR- | 故障 | 探头加热系统 | 1. 探头加热系统 | 1. 探头加热系统 | 否 | XXX | XXX | 2016/1/16 | 2016/1/16 | 否 | 1044 |
| 3 | 30-31-00 | 大气数据探头加热 | 106 | ISR- | 故障 | 探头加热系统 | 1. 探头加热系统 | 1. 探头加热系统 | 否 | XXX | XXX | 2016/1/16 | 2016/1/16 | 否 | 1033 |
| 4 | 34-45-00 | 地形提示和警告系统 | 106 | ISR- | 故障 | TAFS 地形提示 | 1. 地形提示 | 1. 地形提示 | 否 | XXX | XXX | 2016/1/16 | 2016/1/16 | 否 | 1022 |
| 5 | 21-22-00 | 燃油系统分配系统 | 106 | ISR- | 故障 | 燃油系统分配系统 | 1. 燃油系统分配系统 | 1. 燃油系统分配系统 | 是 | XXX | XXX | 2015/1/15 | 2015/1/15 | 是 | 475.5 |
| 6 | 21-22-00 | 燃油系统分配系统 | 106 | ISR- | 故障 | 燃油系统分配系统 | 1. 燃油系统分配系统 | 1. 燃油系统分配系统 | 是 | XXX | XXX | 2016/1/16 | 2016/1/16 | 是 | 675.7 |
| 7 | 29-40-00 | 自动驾驶仪系统 | 106 | ISR- | 故障 | 自动驾驶仪系统 | 1. 自动驾驶仪系统 | 1. 自动驾驶仪系统 | 否 | XXX | XXX | 2016/1/16 | 2016/1/16 | 否 | 445.1 |
| 8 | 38-33-15 | 雷达系统 | 106 | ISR- | 故障 | 雷达系统 | 1. 雷达系统 | 1. 雷达系统 | 否 | XXX | XXX | 2015/1/15 | 2015/1/15 | 否 | 359.1 |
| 9 | 6-60-01 | 雷达系统 | 106 | ISR- | 故障 | 雷达系统 | 1. 雷达系统 | 1. 雷达系统 | 否 | XXX | XXX | 2015/1/15 | 2015/1/15 | 否 | 280.1 |
| 10 | 21-22-00 | 燃油系统分配系统 | 106 | ISR- | 故障 | 燃油系统分配系统 | 1. 燃油系统分配系统 | 1. 燃油系统分配系统 | 是 | XXX | XXX | 2016/1/16 | 2016/1/16 | 是 | 476.8 |
| 11 | 52-20-01 | 应答机 | 106 | ISR- | 故障 | 应答机 | 1. 应答机 | 1. 应答机 | 是 | XXX | XXX | 2016/1/16 | 2016/1/16 | 是 | 451.7 |
| 12 | 08-10-00 | 引擎 | 106 | ISR- | 故障 | 引擎 | 1. 引擎 | 1. 引擎 | 否 | XXX | XXX | 2015/1/15 | 2015/1/15 | 否 | 226.6 |
| 13 | 52-20-01 | 应答机 | 106 | ISR- | 故障 | 应答机 | 1. 应答机 | 1. 应答机 | 是 | XXX | XXX | 2015/1/15 | 2015/1/15 | 是 | 208.2 |
| 14 | 52-20-01 | 应答机 | 106 | ISR- | 故障 | 应答机 | 1. 应答机 | 1. 应答机 | 是 | XXX | XXX | 2015/1/15 | 2015/1/15 | 是 | 175.3 |
| 15 | 38-33-15 | 雷达系统 | 106 | ISR- | 故障 | 雷达系统 | 1. 雷达系统 | 1. 雷达系统 | 否 | XXX | XXX | 2015/1/15 | 2015/1/15 | 否 | 183.1 |
| 16 | 01-01-01 | 客舱 | 106 | ISR- | 故障 | 客舱 | 1. 客舱 | 1. 客舱 | 否 | XXX | XXX | 2016/1/16 | 2016/1/16 | 否 | 162.6 |
| 17 | 23-31-21 | 旅客座椅安全带 | 106 | ISR- | 故障 | 旅客座椅安全带 | 1. 旅客座椅安全带 | 1. 旅客座椅安全带 | 是 | XXX | XXX | 2015/1/15 | 2015/1/15 | 是 | 13.2 |
| 18 | 52-20-01 | 应答机 | 106 | ISR- | 故障 | 应答机 | 1. 应答机 | 1. 应答机 | 是 | XXX | XXX | 2015/1/15 | 2015/1/15 | 是 | 137.7 |
| 19 | 08-10-00 | 引擎 | 106 | ISR- | 故障 | 引擎 | 1. 引擎 | 1. 引擎 | 否 | XXX | XXX | 2015/1/15 | 2015/1/15 | 否 | 117 |
| 20 | 21-22-00 | 燃油系统分配系统 | 106 | ISR- | 故障 | 燃油系统分配系统 | 1. 燃油系统分配系统 | 1. 燃油系统分配系统 | 是 | XXX | XXX | 2016/1/16 | 2016/1/16 | 是 | 93.1 |
| 21 | 21-22-00 | 燃油系统分配系统 | 106 | ISR- | 故障 | 燃油系统分配系统 | 1. 燃油系统分配系统 | 1. 燃油系统分配系统 | 是 | XXX | XXX | 2015/1/15 | 2015/1/15 | 是 | 0.078 |
| 22 | 29-40-00 | 自动驾驶仪系统 | 106 | ISR- | 故障 | 自动驾驶仪系统 | 1. 自动驾驶仪系统 | 1. 自动驾驶仪系统 | 否 | XXX | XXX | 2015/1/15 | 2015/1/15 | 否 | -317 |
| 23 | 63-40-70 | 机翼-前缘翼缝 | 106 | ISR- | 故障 | 机翼-前缘翼缝 | 1. 机翼-前缘翼缝 | 1. 机翼-前缘翼缝 | 否 | XXX | XXX | 2015/1/15 | 2015/1/15 | 否 | -148 |
| 24 | 21-22-00 | 燃油系统分配系统 | 106 | ISR- | 故障 | 燃油系统分配系统 | 1. 燃油系统分配系统 | 1. 燃油系统分配系统 | 是 | XXX | XXX | 2015/1/15 | 2015/1/15 | 是 | -189 |
| 25 | 52-20-01 | 应答机 | 106 | ISR- | 故障 | 应答机 | 1. 应答机 | 1. 应答机 | 是 | XXX | XXX | 2015/1/15 | 2015/1/15 | 是 | -137 |
| 26 | 52-20-01 | 应答机 | 106 | ISR- | 故障 | 应答机 | 1. 应答机 | 1. 应答机 | 是 | XXX | XXX | 2015/1/15 | 2015/1/15 | 是 | -183 |
| 27 | 20-20-05 | 特种材料 | 106 | ISR- | 故障 | 特种材料 | 1. 特种材料 | 1. 特种材料 | 否 | XXX | XXX | 2015/1/15 | 2015/1/15 | 否 | -108 |
| 28 | 29-11-20 | 客舱环境控制系统 | 106 | ISR- | 故障 | 客舱环境控制系统 | 1. 客舱环境控制系统 | 1. 客舱环境控制系统 | 否 | XXX | XXX | 2016/1/16 | 2016/1/16 | 否 | 912 |
| 29 | 29-20-00 | 客舱环境控制系统 | 106 | ISR- | 故障 | 客舱环境控制系统 | 1. 客舱环境控制系统 | 1. 客舱环境控制系统 | 是 | XXX | XXX | 2015/1/15 | 2015/1/15 | 是 | 887.6 |
| 30 | 21-22-00 | 燃油系统分配系统 | 106 | ISR- | 故障 | 燃油系统分配系统 | 1. 燃油系统分配系统 | 1. 燃油系统分配系统 | 是 | XXX | XXX | 2016/1/16 | 2016/1/16 | 是 | 867.6 |
| 31 | 21-22-00 | 燃油系统分配系统 | 106 | ISR- | 故障 | 燃油系统分配系统 | 1. 燃油系统分配系统 | 1. 燃油系统分配系统 | 是 | XXX | XXX | 2016/1/16 | 2016/1/16 | 是 | 798 |
| 32 | 62-20-01 | 应答机 | 106 | ISR- | 故障 | 应答机 | 1. 应答机 | 1. 应答机 | 是 | XXX | XXX | 2016/1/16 | 2016/1/16 | 是 | 837.6 |
| 33 | 29-20-00 | 客舱环境控制系统 | 106 | ISR- | 故障 | 客舱环境控制系统 | 1. 客舱环境控制系统 | 1. 客舱环境控制系统 | 否 | XXX | XXX | 2016/1/16 | 2016/1/16 | 否 | 808.2 |
| 34 | 07-11-00 | 客舱环境控制系统 | 106 | ISR- | 故障 | 客舱环境控制系统 | 1. 客舱环境控制系统 | 1. 客舱环境控制系统 | 否 | XXX | XXX | 2016/1/16 | 2016/1/16 | 否 | 716.3 |
| 35 | 34-45-00 | 地形提示和警告系统 | 106 | ISR- | 故障 | TAFS 地形提示 | 1. 地形提示 | 1. 地形提示 | 否 | XXX | XXX | 2016/1/16 | 2016/1/16 | 否 | 836 |
| 36 | 20-20-01 | 特种材料 | 106 | ISR- | 故障 | 特种材料 | 1. 特种材料 | 1. 特种材料 | 否 | XXX | XXX | 2015/1/15 | 2015/1/15 | 否 | -726 |
| 37 | 20-02-01 | 防火控制 | 106 | ISR- | 故障 | 防火控制 | 1. 防火控制 | 1. 防火控制 | 是 | XXX | XXX | 2015/1/15 | 2015/1/15 | 是 | -769 |
| 38 | 20-02-01 | 防火控制 | 106 | ISR- | 故障 | 防火控制 | 1. 防火控制 | 1. 防火控制 | 是 | XXX | XXX | 2015/1/15 | 2015/1/15 | 是 | -883 |
| 39 | 31-32-02 | 无线通信系统 | 106 | ISR- | 故障 | 无线通信系统 | 1. 无线通信系统 | 1. 无线通信系统 | 否 | XXX | XXX | 2015/1/15 | 2015/1/15 | 否 | -888 |
| 40 | 62-20-01 | 应答机 | 106 | ISR- | 故障 | 应答机 | 1. 应答机 | 1. 应答机 | 是 | XXX | XXX | 2015/1/15 | 2015/1/15 | 是 | -893 |

图 1 运营故障数据编辑示例

1) 快速识别、标记整个故障数据记录表格中的重复项

譬如图 1,当将接收到的故障定位为“大气数据探头加热系统”并输入 C 列时,如果此前 C 列有“大气数据探头加热系统”的历史记录,单元格会自动填充为红色;如果不属于重复故障,单元格颜色无填充。

2) 快速、准确地检索、统计此项重复故障的历史记录

运营工程师接到 TSR/ISR 后,按照故障定位方法定位后录入记录表,快速判断并标记为重复故障后,即可快速、准确地检索、统计此项重复故障的历史记录,查看所有此项重复故障的“问题描述”和“答复内容”,通过“问题描述”验证是否可参考已有的“答复内容”进行答复。例如图 1,在故障定位并输入“大气数据探头加热系统”后,单元格填充为红色即属于重复故障,可集中查看此重复项的故障记录,或者单独导出所有的“大气数据探头加热系统”故障记录,再通过新接收到故障的“问题描述”与重复项的“问题描述”进行对比验证,来最终确定是否参照历史记录的“答复内容”进行答复。

3) 减少处理重复故障的人力资源

在提高工作效率的基础上,大幅减少重复故障的识别和处理所占用运营工程师和设计师的人力资源。

2.2.2 改进跟单故障的处置方法

通过对 TSR/ISR 编号的编辑,可以实现同一个故障跟单项目(部分 TSR/ISR 回复多次才能最终得

以解决,第一次发出的 TSR/ISR 编号末尾两位为“01”,后续发出的 TSR/ISR 编号末尾两位数按流水号依次增加)的检索和导出,更清晰、准确地关注该故障的处理过程,使问题的处理过程具有更好的历史追溯性。

例如图 1 的 E 列,“TSR/ISR 编号”的末尾两位不是“01”的,都属于某一个问题的跟单项目。同一个问题的“TSR/ISR 编号”,末尾两位以前的编号都是相同的。根据这一特点可以编辑 E 列,并集中查看或者分类导出某一问题的所有跟单项目,追溯查看问题处理的历史过程。

2.3 赋予运营故障数据检索和分析功能

运营故障数据定位并自动识别、标记重复项后,运营工程师就可以定期分类导出重复故障并反馈设计工程师,运营故障数据记录表就具备了检索和分析的功能,从而对飞机的设计优化提供支持和检验。

其检索和分析功能主要在以下三个方面:

1) 重复故障率计算

根据累计重复故障数量,或者以一定时间内以起降数或者飞行小时数为基数的故障率为基础,为设计工程师提出设计优化项目的需求提供故障数据支持。例如图 1,可对每一项重复项进行统计与计算,再按照 ATA 章节号和分工反馈设计工程师,由设计工程师判断是否需要提出设计优化需求。

2) 对设计优化方案的制定提供支持

根据重复故障发生航段 QAR(快速存取记录器)数据的综合分析,可更有效、准确地定位故障原因,确定改进方案和设计优化工作计划。

3) 为贯彻后的设计优化项目提供检验

设计优化在航线飞机上贯彻后,可以计算贯彻后的设计优化项目的单机重复故障率/机队重复故障率,与贯彻前的该项目的单机重复故障率/机队重复故障率相比较,用于检验设计优化是否实现了预定目标。

2.4 提高运营故障数据的系统性和完整性

在运营故障数据记录表上增加 DCR(设计更改请求)信息,并对应于 TSR/ISR,提高数据的系统性和完整性。在一定程度上,建立了构型更改和 TSR/ISR 的联系,为后续构型更改数据的编辑和分析奠定基础。

另外,以上四个方面相互结合,可以更有针对性地分析和统计数据,可以计算“应急门”的平均“答复用时”,或者统计设计优化前后“应急门”的机队故障率或者 106 架机单机故障率。

$$\text{平均答复用时} = \frac{\sum_{i=1}^n (\Delta h_i + \cdots \Delta h_n)}{n - i + 1} \quad (1)$$

3 局限性

故障数据表格的编辑仍然存在一些局限和困难,例如:

1) 部分故障数据记录(例如:特种材料等等)需要建立规则,用于定义章节号和名称;

2) 目前 DCR 还未对应于 TSR/ISR,需要大量协调才能对应、关联。

4 结论

通过对运营数据的定位、标记和分析,能够实现以下五个方面的目标:

1) 通过细化故障分类,使数据的使用更有针对性;

2) 通过对重复项的自动识别、标记,提高数据处理效率;

3) 通过赋予数据检索和分析功能,为型号的设计优化提供支持和检验;

4) 通过在运营故障数据记录表上增加 DCR 信息,建立构型更改和 TSR/ISR 的联系;

5) 降低对数据使用人员个体的经验需求,降低对新增运营工程师的培训要求。

5 后续的建议

从提高运营数据处理效率和利用率的方法研究的角度来说,仍然存在不足,后续还有很大的改进空间。

首先,对故障进行三层 ATA 章节号和名称的定位的方法,故障定位准确度仍有提高空间,后续可以尝试采用构型号进行故障定位的方法。

其次,故障数据记录于 EXCEL 表格,由于查看、跟踪管理、使用的人数较多,非正常的更改难以察觉。另外,每个人工作方式也不尽相同,日积月累,数据准确性、完整性、系统性得不到保障。因此,建议开发一个数据平台,用于记录、管理、分析运营故障数据,并服务于型号的设计优化和改型工作。

参考文献:

- [1] 胡良谋, 曹克强, 任博, 李娜, 侯艳艳, 李永林. 飞机液压系统使用故障统计分析[M]. 北京: 国防工业出版社, 2014.
- [2] 吉田拳. Excel 教科书[M]. 北京: 民主与建设出版社, 2019.
- [3] 郑东良. 航空维修理论[M]. 北京: 国防工业出版社, 2009.
- [4] 花迎春, 孙春林. 航空维修中的人为因素及应用[M]. 北京: 中国民航出版社, 2010.
- [5] 罗凤娥. 签派实践应用[M]. 成都: 西南交通大学出版社, 2012.
- [6] 班永宽. 航空事故与人为因素[M]. 北京: 中国民航出版社, 2001.

作者简介

王燕玲 女, 本科, 高级工程师。主要研究方向: 民用飞机的运营支持。E-mail: wangyanling@comac.cc

The Method Research of Improving Service Efficiency About Aircraft Operation Failure Records

WANG Yanling *

(Shanghai Aircraft Design and Research Institute, Shanghai 201210, China)

Abstract: As the explorer and the guide of the aircraft designed by the country, this type of aircraft is gathering operation experience. And at the same time, there are a lot of downsides just like the low daily service efficiency, being hard to operate, having much more repeated failures than A320 (The number of repeated failure of Airbus aircraft is zero, whereas the number of this type of aircraft is dozens.), and some of the failures being responded slowly. Some of these downsides are caused because of lacking of design reliability of this type aircraft. The others expose the lack of operation support ability. And the resolution ability of operation failure records is the key of operation support ability.

It could make the failure data resolution efficient, support the design development and then check if the design development could work in the way that engineers were supposed throughout marking and analyzing operation failure data. It could improve operation support ability of aircraft designed by the country and then improve commercial competitive power of aircraft.

Keywords: operation support; the record of failure data; repeated failure; design optimization; data analysis

* Corresponding author. E-mail: wangyanling@comac.cc