

Analysis and Repair of Sealing Damage to the Flaps and Fairings of 737NG Aircraft

Hua Kang

China Eastern Airlines Technology Shanxi Branch, Taiyuan, Shanxi, 030031, China

Abstract

Based on the observed sealing damage on the No.3 and No.6 flap support fairings of the 737NG aircraft, a detailed analysis has been conducted to identify different types of damage and their underlying causes by combining real-life cases with engineering expertise. Detailed repair plans for different types of damage were introduced, and specific suggestions were put forward for daily maintenance and airline response, aiming to improve aircraft maintenance efficiency and safety. Through the research and discussion in the paper, systematic guidance has been provided for relevant maintenance personnel to better cope with aircraft damage issues, ensuring the reliability and safety of the aircraft during operation. I hope to provide some assistance to airlines in their daily operations to reduce the impact of such damage.

Keywords

737NG; flap fairing; seal; fasteners

737NG 飞机襟翼整流罩封严损伤分析和修理

康华

东航技术山西分公司, 中国 · 山西 太原 030031

摘 要

针对737NG型飞机3、6号襟翼滑轨整流罩封严损伤的情况, 通过对损伤情况进行详细分析, 结合实际案例和工程经验, 总结了损伤类型和原因。针对不同损伤类型, 详细介绍了不同损伤的修理方案, 并对日常维护、航司应对等方面提出了具体建议, 旨在提高飞机维修效率和安全性。通过论文的研究和讨论, 为相关维修人员提供了系统化的指导, 使其能够更好地应对飞机损伤问题, 确保飞机在运行过程中的可靠性和安全性。希望对航司在日常运营时提供一些帮助, 减少此类损伤造成的影响。

关键词

737NG; 襟翼整流罩; 封严条; 紧固件

1 引言

3、6号襟翼整流罩封严在日常检查中多次出现封严损伤, 由于在手册中, 对于此处的损伤无相应的损伤标准, 发现损伤只能向波音报告获取临时放行方案, 或直接完成更换修理工作。因此, 故障导致的航班延误、更换飞机的情况与日俱增, 对于航司日常运行的影响越来越大。

2 封严简介

2.1 封严结构说明

襟翼整流罩作为包裹用于驱动襟翼打开闭合的机械装置, 起到了减少飞行阻力以及保护襟翼滑轨的作用。而襟翼整流罩边缘处的封严, 是用于在飞行过程中保持整流罩的整体气动外形, 并提供气动密封从而减少飞机性能上的损失。

受联邦适航规定 (FAR) 25.867 的相关要求, 3、6号襟翼整流罩封严还提供了防火的作用, 以防止渗漏的易燃液体或高温、火情进入到整流罩内。在737NG型飞机后缘襟翼3号、6号整流罩外侧, 有一段采用五颗铆钉固定的封严, 如图1所示。目前, 737NG系列飞机襟翼整流罩封严所采用的构型有新老两种。通过飞机线号进行区分, 即线号4593前和4593及以后的飞机。也可通过外观进行区分判断: 老构型采用埋头铆钉, 新构型则采用高头铆钉。并且, 新构型加装了新的配合片以及相应的垫片。

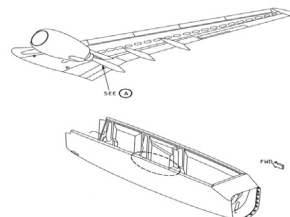


图1 737NG型飞机后缘襟翼3号、6号整流罩封严示意图

【作者简介】康华 (1986-), 男, 中国吉林双辽人, 本科, 助理工程师, 从事结构工程管理研究。

2.2 日常维护检查

在航线维修中，对于襟翼整流罩所在的大翼区域的检查，包含在航前，过站和航后工作单中，作为例行检查项目，采取目视检查可视的机翼区域进行检查，确认状态正常。而针对 MPD 项目^[1]，对于包含封严的检查工卡，通常按照一定的时间循环间隔，在 C 检中进行详细检查。而 C 检由于停场时间较长，通常可采取拆卸更换，或进行永久性修理。

3 损伤情况

3.1 损伤介绍

由于此段封严采用 5 颗铆钉进行铆接的紧固方式，损伤集中发现于此处。通过对自 2015 年至 2023 年，笔者所在公司 737NG 系列襟翼整流罩封严损伤记录进行统计，见表 1。在航线维护和定检中，3、6 号襟翼整流罩封严损伤呈现逐年上升的趋势。

表 1 737NG 系列襟翼整流罩封严损伤记录

年份	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
航线	4	12	15	14	34	20	25	26	35
定检	10	20	20	12	50	62	84	155	108
总计	14	32	35	26	84	82	109	181	143

3.2 损伤类型

通过对损伤进行归纳总结，发现的损伤类型大体分为两类：①封严条本体的撕裂，破损。②铆钉松动或丢失，而铆钉松动通常伴随着安装孔损伤，即安装孔磨损，扩孔等情况。

3.3 损伤原因

通过分析发现，造成损伤的主要原因是干涉挤压。当襟翼放下时，襟翼滑轨向后移动，襟翼沿滑轨慢慢滑下，整流罩也会随之向下倾斜移动角度，并挡住来自前方的气流。当襟翼收起时，襟翼滑轨向上收起，整流罩也随之向上收起。在襟翼伸展/收缩期间，襟翼整流罩封严与襟翼组件接触。这种接触会对已安装的封严产生干涉挤压，通过撬动封严从而对固定封严的铆钉造成压力。而在襟翼整流罩的多次收放运动中，通过施加于铆钉的垂直、斜向力，从而磨损整流罩中的紧固件孔，进而导致紧固件的松动甚至脱落，见图 2。并且，这种干涉挤压，也会导致封严的磨损、撕裂甚至脱落等情况发生^[2]。



图 2 损伤示意图

次要原因来自高振动。由于 3、6 号襟翼整流罩处于发动机高振动区，受到气流和振动的影响，会导致紧固件进一步松动，从而磨损整流罩中的紧固件孔，导致紧固件的松动。

4 修理方法

4.1 封严本体损伤的修理

对于封严本体的损伤，由于飞机维护手册（AMM）中无相应的损伤标准，且受限于密封及防火的相关要求，依据波音图纸和飞机零件图解目录（IPC），对损伤的封严本体进行更换。

4.2 紧固件损伤的修理

遇到紧固件的松动，脱落的情况，可以依据结构修理手册（SRM）进行修理^[3]，根据构型分为以下几种：

4.2.1 老构型的时限修理

适用于损伤的铆钉孔不超过 0.325inch 的情况，修理完成后不超过 500 飞行循环进行详细目视检查，发现损伤则永久修理。可以只修理松动的铆钉。此方法多适用于航线日常维护检查中，修理方法为：①拆除松动的铆钉，确保铆钉孔不大于 0.325inch。②从襟翼整流罩内侧向外安装螺栓 BACB30NN3K（5）或 BACB30XD3K（5）。③在整流罩外侧先安装垫片 BACW10U-D（铝）或 BACW10U-C（10/8），垫片尺寸由紧固件孔的尺寸决定。④在外侧再安装垫片 NAS1149D0416J 和螺帽 BACN10JC3CD。

4.2.2 老构型的永久性修理

若损伤的铆钉孔大于 0.325inch 且小于 0.5inch 时，对于初始构型使用件号 113A9380-1 的衬片时采用以下修理方法，需要注意的是，老构型的永久性修理，也可以采用新构型的修理方法，但是要换装新构型的垫片，件号：113A9380-2。

①拆下后缘襟翼整流罩并拆下封严固定片上的铆钉，修复损伤的铆钉孔，标记好原来紧固件孔的位置。②使用 BMS8-301（EY3804AB）填充紧固件孔，并在孔的两侧各落两层玻璃纤维布（BMS 9-3 H2 or H3 glass fabric）。湿铺层要超出修理区域 0.25inch，并且要大于修理加强片的面积。③加热固化，胶干以后打磨平整。④在原紧固件孔位置钻孔，但是不要划窝。⑤制作修理加强片，材料为厚度 0.063inch 2024-T3 的裸铝或包铝板。⑥给修理加强片涂阿罗丁，底漆和面漆（灰色）。⑦在整流罩外侧安装修理加强片，在内侧安装封严和封严固定片，给修理加强片引孔并铆接修理加强片。注：修理加强片要使用 BMS5-95（PS870）粘接在整流罩外侧，注意加强片和整流罩的位置关系。⑧使用 BMS5-95 对加强片周围做填角密封。⑨恢复修理区域漆层。

4.2.3 新构型的永久性修理

若损伤的铆钉孔大于 0.325inch 且小于 0.5inch 时，对于初始构型使用件号 113A9380-2 的衬片时采用以下修理方法：

①标记好原来紧固件孔的位置。②使用 BMS8-301 (EY3804AB) 填充紧固件孔,并在孔的两侧各落两层玻璃纤维布 (BMS 9-3 H2 or H3 glass fabric)。湿铺层要超出修理区域 0.25inch,并且要大于修理加强片的面积。③加热固化,胶干以后打磨平整。④在原紧固件孔位置钻孔,但是不要划窝。⑤制作修理加强片,材料为厚度 0.063inch 2024-T3 的裸铝或包铝板。⑥给修理加强片涂阿罗丁,底漆和面漆(灰色)。⑦在整流罩外侧安装修理加强片,在内侧安装封严和封严固定片,给修理加强片引孔并铆接修理加强片。注:修理加强片要使用 BMS5-95 (PS870) 粘接在整流罩外侧,注意加强片和整流罩的位置关系。⑧使用 BMS5-95 对加强片周围做填角密封。⑨恢复修理区域漆层。

4.3 超手册修理

如果损伤的铆钉孔大于 0.50inch 时,SRM 手册内已无任何修理方案和标准,此时需要咨询波音,获得厂家修理方案,并报 CAAC 局方获得超手册修理批准,才能进行修理。

5 日常维护建议

5.1 绕机检查与特别关注

在执行日常的飞机一般目视检查规程时,对于整流罩封严区域的紧固件应进行更为细致且严谨的专业排查。鉴于该区域易受光线条件限制影响肉眼判断,技术人员需利用专业照明设备辅助近距离、高精度检测,确保无遗漏地对整流罩封严位置的所有紧固件进行细致入微的检查。操作过程中,通过适度按压紧固件以检验其锁固状态是否达到规范要求。当襟翼完全放下后,按照标准作业程序,技术人员应当亲手施加合适力度,沿垂直方向上推整流罩尾椎部分,并实施左右微幅摇晃动作,旨在检测是否存在过大的间隙或异常松动现象。

5.2 预防性改装

飞机的定期检修(如 C 检)过程中,工程部门应充分利用飞机停场时间较长的优势,针对机队所有飞机进行系统性的维护优化。通过制定严谨的工程技术文件,对 3 号、6 号襟翼整流罩封严部位实施预防性修理措施。此类预防性维修计划包括但不限于紧固件的检查、润滑与预紧以及封严结构的细致检查和必要时的更换或修复。此举旨在防微杜渐,有效降低在飞行运行期间因紧固件松动或者封严破损而可能引发的安全隐患,从而保障飞机性能稳定和飞行安全。

5.3 自主审批的维修方案

具备 CCAR-121 资质的维修单位应当积极主动地与波音公司以及其他相关制造厂商进行深度沟通和技术交流,针对类似紧固件缺失或松动等常见问题设计出快速有效的临时或永久性修理方案。例如,在符合适航标准的前提下,可以采用粘贴铝箔胶带的方法作为一种临时补救措施,确保飞机能够及时获得放行许可,恢复正常运行,最大限度减少由此类损伤造成的航班延误和经济损失。同时,持续总结经验,不断完善和更新公司的自主维修方案,使之更加适应实际运营需求。

5.4 储备相关航材

针对 3、6 号封严损伤的发生趋势上升的情况,需要航材部门增加相关的航材储备,以应对航线或定检中的检查发现。尽量减少因调拨或订购航材所带来的飞机停场时间的增加。

5.5 关注 STC 改装升级

波音公司在 737MAX 型飞机上对原有的封严设计进行了重大改进,有效降低了封严损伤情况的发生。在波音公司发布的 737NG-FTD-57-19012^[4]中提供了两个针对不同情况的改装包选项,用以将现役的 737NG 系列飞机的铆钉封严系统升级到与 737MAX 机型相同的设计标准。通过执行这项改装,将进一步提高所有 NG 飞机的整流罩封严效能,降低故障发生率,并提升整体飞行安全性及运营效率。建议航司关注相关的 SB 的发布,及时评估并对整个机队进行改装升级。这将大大减少此类损伤的发生。

6 结语

在明确 3、6 号襟翼整流罩封严损伤的原因及修理方法后,根据实际情况,采取积极主动的优化方式应对日常维护和修理,可以提高 737NG 飞机的使用效率,进一步提升安全性。

参考文献

- [1] Boeing. Boeing 737NG Maintenance Planning Data (MPD) [Z].2024.
- [2] 曾超.飞机结构干涉铆接应力特征及其疲劳特性[D].南京:南京航空航天大学,2017.
- [3] Boeing. Boeing 737NG SRM 57-53-70[Z].2024.
- [4] Boeing. Boeing 737NG-FTD-57-19012[Z].2024.