

# 波音 737 飞机紧固件缺失的放行

周广洲

(山东太古飞机工程有限公司, 济南 250107)

[摘要] 对飞机上允许缺失紧固件的部件、紧固件类型进行了说明,分析了紧固件缺失后飞机的放行条件、后续的检查和处理方法,并通过吊架区域紧固件缺失后的处理为类似工作提供建议。

关键词: 紧固件; 次要结构; 缺失; 放行

## Boeing 737 Aircraft Dispatch Condition With Missing Fasteners

ZHOU Guangzhou

(Taikoo (Shandong) Aircraft Engineering Co., Ltd., Jinan 250107, China)

[ABSTRACT] The structure and fastener type that missing fasteners are permitted, the dispatch condition, subsequent inspection and repair methods after fastener missing are analyzed, and through the processing method of pylon fastener after missing so as to offering the suggestions for similar work.

Keywords: Fastener; Secondary structure; Missing; Dispatch

DOI:10.16080/j.issn1671-833x.2016.1/2.151

在飞机航后或过站检查过程中有时会发现某些部件、盖板上紧固件缺失,这种缺失一般是由于部件振动或剪切力过大等原因造成的紧固件松动、破损而形成,此时飞机是否能够放行或者应该如何进行处理,必须进行快速、准确的判断,否则就有可能造成航班延误或者飞机的不安全飞行。通常依据主最低设备清单(Master Minimum Equipment List, MMEL)来决定部件缺失后是否还能够放行飞机,但主最低设备清单里面不包含对紧固件缺失的说明,在这种情况下,应通过结构修理手册进行相应的判断和处理。

### 1 紧固件缺失情况说明

飞机结构一般分为主要结构和次要结构,所谓主要结构是指承受飞行、地面以及压力载荷的结构,如机身蒙皮、隔框、桁条等,这些结构对飞机整体安全性能起着决定性的作用,主要结构元件的失效能够对飞机造成灾难性的影响;次要结构指的是仅承受空气或惯性载荷的结构,如机头雷达罩、大翼机身整流罩、发动机包皮和机身尾撬等,大部分次要结构会影响到飞机的气动性能。飞机的主要、次要结构如图1所示。

飞机上的紧固件一般分为永久性紧固件和可拆卸紧固件两大类。永久性紧固件是指拆除时需要部分或者完全破坏的紧固件,一般用在日常维护中不需要拆卸

的结构组件中,例如铆钉、锁螺栓等;可拆卸紧固件指的是飞机上需要经常拆卸的紧固件,可以重复使用,常用在日常维护中需经常拆装的部件上,可拆卸紧固件包括螺丝、螺栓等。

飞机上允许缺失的紧固件只能是安装在次要结构(比如整流罩、后缘盖板、接近盖板)上的且必须是容易拆卸的类型,如螺丝、螺栓等。而连接飞机主要结构的

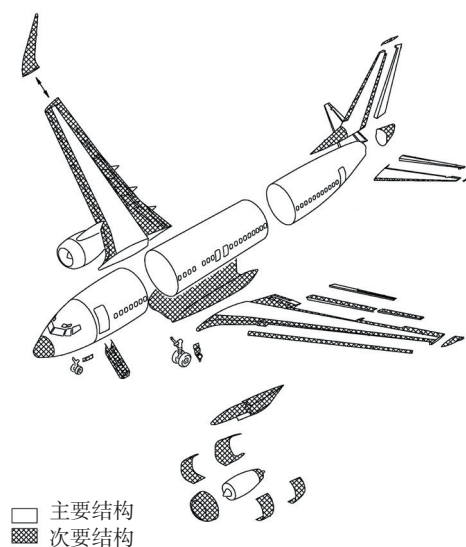


图1 飞机的主要结构和次要结构

Fig.1 Primary and secondary structures of the airplane

紧固件,副翼、后缘襟翼、升降舵、方向舵、前缘装置、扰流板等控制面的紧固件,机翼、水平安定面(NG飞机不含此区域)、垂直安定面前缘的紧固件,边缘载荷肋面板或平衡舱周围的紧固件,发动机涵道及吊架整流罩的紧固件以及类似铆钉、锁螺栓等永久性的紧固件是绝对不能够缺失的。另外,结构修理手册中对机翼、尾翼也给出了不允许紧固件缺失的限制区域,参考图2机翼限制区域。

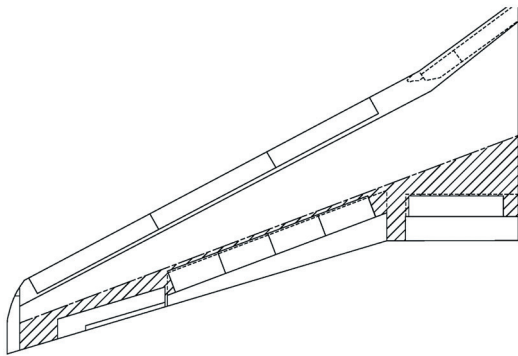


图2 机翼后缘不允许缺失紧固件的区域(阴影)

Fig.2 Panels where missing fasteners are not permitted (shaded)

## 2 关于紧固件缺失后的放行

### 2.1 飞机放行条件

飞机的次要结构,比如整流罩、后缘盖板、接近盖板上的非永久性可拆卸紧固件虽然可以出现缺失的情况,但必须满足下面的要求才能够放行飞机。

(1) 部件上所有接线桩以及粘接的紧固件必须在位且功能正常。

(2) 在迎向气流的前缘区域、部件拐角处、平衡舱周围或边缘载荷肋处的紧固件必须全部在位。部件一侧紧固件数量在8个及以下的,紧固件必须全部安装在位。参考图3、图4。

(3) 在非前缘区域,部件一侧的十个紧固件内仅允许有一个缺失,且相邻缺失的紧固件不能超过两个。注意当部件一侧有九个紧固件时,仅有正中间的紧固件允许缺失。参考图3。

(4) 拐角处的紧固件必须在位,且每侧要有三个或以上的紧固件与其毗邻。参考图3。

(5) 部件连接点或主要载荷连接处不允许紧固件缺失,且连接点每侧至少有五个相邻的紧固件在位。参考图5。

### 2.2 满足放行条件后的工作

当判断出缺失紧固件的飞机满足放行条件后,还必须对缺失紧固件的区域进行后续处理以保证飞行安全,才能放行飞机。

(1) 除缺失的紧固件外,确保剩余的紧固件满足盖板安装的工程图纸、结构修理手册或飞机维护手册中任一种手册内的力矩要求。

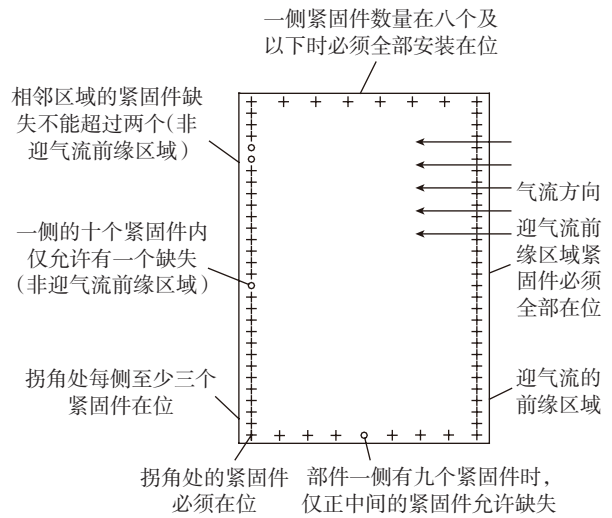


图3 次级结构上紧固件允许缺失的位置:典型盖板

Fig.3 Missing fastener locations that are permitted in secondary structure: typical panel

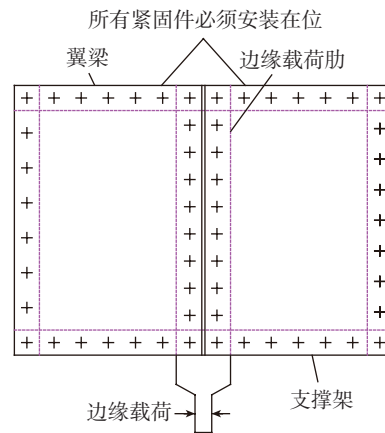


图4 边缘载荷肋处的盖板

Fig.4 Panel next to a side load rib

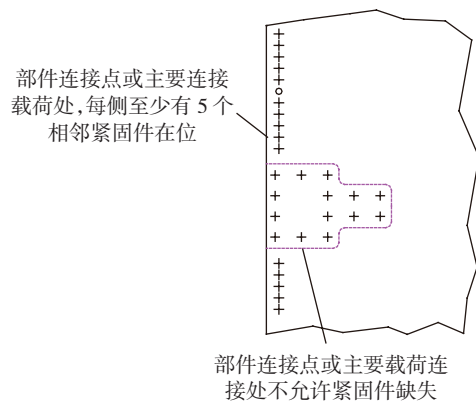


图5 带有部件连接点或主要载荷连接点的盖板

Fig.5 Panel with an attached fitting or a primary load point

(2) 记录缺失、松动或无法保持最小力矩的紧固件位置。可以在紧固件螺纹上涂抹密封胶以增加力矩值。

(3) 如果有损伤、磨损的紧固件孔或划窝区域,需要记录相关位置。对于划窝处的损伤或磨损,在确保这个位置允许有缺失的紧固件后,可以将这种位置作为紧固件缺失临时处理或者在螺栓头下安装防腐钢(Corrosion Resistant Steel, CRES)材料垫片做临时性修理,但要满足下述的检查间隔及完成永久性修理的时间要求。

(4) 使用铝箔胶带粘贴并密封紧固件缺失处的开孔、松动的紧固件。

(5) 当发现盖板有缺失或松动的紧固件后,必须在30个日历日内对盖板进行检查,然后在每10个日历日的间隔内对盖板进行重复检查,直到缺失或松动的紧固件完成更换。

(6) 当对盖板检查时应确保没有额外的紧固件缺失或松动,如果发现有额外的紧固件缺失,需参考上述放行条件重新确认飞机是否还能放行,再次执行满足放行条件后的相关工作。同时,应确保所有缺失紧固件处都粘贴有铝箔胶带,后续检查如果发现胶带损坏或退化则需要更换胶带。

(7) 在60天或500飞行小时内,对发现有损伤或磨损的紧固件孔、划窝区域要进行永久性修理;对所有紧固件缺失或松动处的托板螺帽,包括已经安装紧固件的原松动位置的托板螺帽进行更换,并更换所有缺失或松动的紧固件。注意飞行天数或飞行小时从第一次发现缺失或松动的紧固件后开始计算。

### 2.3 不满足放行条件时的处理

安全、按时的放行飞机是航空公司孜孜不倦追求的目标,同样也是维修单位的责任。当发现缺失的紧固件已经不能满足放行要求时,需要做的不是直接拒签,更不是担着极大的风险放行飞机,而是应尽最大努力、从最大程度上保证飞机的安全运营,鉴于此,可以参考下面的解决方案。

(1) 在缺失紧固件的位置安装正确的紧固件直至飞机达到可以放行的状态。可以从允许有紧固件缺失的区域拆除一个紧固件安装在原始缺失紧固件的位置,但要确保拆除的紧固件的类型、直径、长度能够正确安装在将要安装的位置,同时应记录原始缺失紧固件的位置,并按照说明进行检查,确保检查间隔内紧固件不会再次丢失。

(2) 如果一个部件,比如小的接近门或盖板,其上面的安装紧固件缺失了但不满足放行条件,可以通过查询主最低设备清单来核实是否允许飞机上没有该部件飞行,如果允许就拆除该部件放行飞机,否则,不能在这

个部件安装在飞机上时对飞机放行。

(3) 请有授权的工程师做出分析和决策或联系波音公司寻求解决方案。

### 3 实际维护中的案例

在飞机吊架或机翼下表面部分盖板区域有时会发现螺钉缺失或松动,这种情形多数是因为此区域的高振动造成的。在航线发现螺钉缺失或松动后一般是直接安装或更换新螺钉,但过段时间在同一位置可能再次发现紧固件丢失,这时就必须考虑要及时更换托板螺帽。波音吊架区域的托板螺帽件号多为FBL10038C4,这种托板螺帽本身是有自锁性的,但如果其自锁性能被破坏,即使再安装上螺钉也很容易松动,这种情况下仅仅更换螺钉解决不了本质的问题。参考图6。



图6 损坏的托板螺帽  
Fig.6 Damaged nut-plate

除非明显的损坏,托板螺帽的自锁失效单靠目视检查不容易发现,因此,如果遇到螺钉丢失的情况,应尽量同时将托板螺帽也更换掉。对于比较特殊的位置,比如3号或6号整流罩内侧前部的托板螺帽,需要拆除很多部件才可以接近到,在航线上完成托板螺帽更换不现实,建议对于简单容易接近的位置,尽量结合小型定检来完成,困难而不容易接近的位置可以保留至飞机大级别定检停场时,再完成托板螺帽的更换。

### 4 结束语

在飞行过程中,由于振动、疲劳、载荷变化等原因,很有可能会导致飞机结构上的紧固件缺失或松动,紧固件一旦出现缺失或松动,就等于形成了安全隐患。飞机在航线,尤其是过站的时候停留时间比较短,这期间如果发现紧固件缺失,工程人员必须参考结构修理手册做出快速、正确的判断,才能保障飞机的正常运营和飞行安全。

(责编 李丹)