

波音 737NG 飞机静压口区域检查及评估

Static Port Area Inspection and Evaluation for Boeing 737NG Aircraft

山东太古飞机工程有限公司 周广洲

[摘要] 对波音 737NG 飞机的静压口进行了介绍,分析了静压口及相邻蒙皮区域的损伤检查、处理方法,其中包括蒙皮波纹度的测量及缩小垂直间隔标准(RVSM)主静压口区域的特殊要求,并对静压口区域补片修理原则进行了对比说明。

关键词: 波音 737NG 静压口 机身蒙皮 检查和评估 蒙皮波纹 修理原则

[ABSTRACT] Introduced the Boeing 737NG aircraft static ports, analyzed the static port and adjacent skin area damage inspection and evaluation methods, including skin waviness measurements and RVSM primary static port area special requirements, and contrasted the static port area repairs principle.

Keywords: Boeing 737 next generation Static port Fuselage skin Inspection and evaluation Skin waviness Repair principle

波音 737NG 飞机静压口分为主静压口和备用静压口。主静压口与大气数据模块连接,把大气压力转换成电信号并通过 ARINC 429 总线传送给大气数据惯性基准系统,从而计算空速、高度等飞行参数;备用静压口连接到集成备用飞行显示器和座舱压差指示器上,用做主静压口的备份以提供主系统失效情况下的数据显示。

在高速气流作用下,静压口外形的改变会引起蒙皮局部升力或推力的下降,出现干扰气流而造成静压传感数据不准确,导致飞行参数计算失真。同时,变形也更容易造成静压口小孔堵塞,影响到大气数据仪表的正常工作,这些都有可能导导致机毁人亡灾难的出现。波音把静压口区域定义为非常关键的气动表面且必须保持清洁和光滑,因此我们必须非常小心的对此区域加以控制和维护,以保证飞行的安全。

1 静压口位置

静压口位于机身前侧面气流干扰影响较小的平滑处,便于测量静压。波音 737NG 飞机有 4 个主静压口和 2 个备用静压口,在机身上分布为 4 处。主静压口位于机身左右两侧,在站位 STA400~STA420、桁条

S15~S16 之间;备用静压口同样位于机身左右两侧,在站位 STA420~STA440、桁条 S22~S23 之间。静压口区域没有漆层但其周围喷有一圈明显的红漆标识。

为了方便维护和修理,静压口周围蒙皮又分为了 A、B、C 3 个区域。将相邻的隔框和桁条组成的一个区域称为一个腔,那么 A 区就是静压口所在的腔, B 区为 A 区上下相邻的 2 个腔, C 区为 A 区前方相邻的上下 3 个腔以及后方相邻的上下 3 个腔(图 1)。

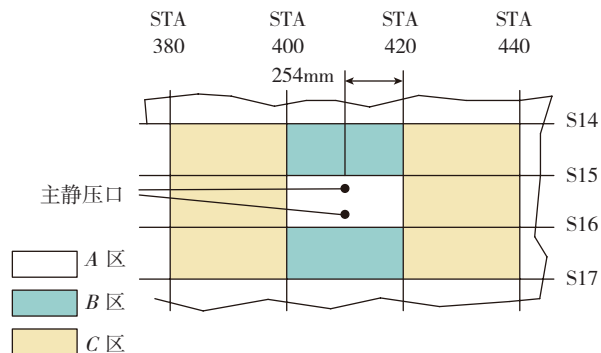


图1 主静压口的A/B/C区域

Fig.1 Primary static port zones A/B/C

2 静压口区域检查

2.1 静压口部件检查

静压口部件外表面应当光洁没有划痕、毛刺或腐蚀等损伤,如果确有划痕出现其深度不能超过 0.254mm。静压口部件上的静压孔不能有污物、变形或堵塞,不满足上述要求则必须进行更换。另外,主静压口部件和机身蒙皮的齐平范围在 0~+0.0762mm 之间,如果主静压口高出蒙皮过多,需要减少主静压口部件厚度以保证其齐平度;如果低于蒙皮过多,需要更换主静压口部件。

在清洗飞机或退漆时,应尽量使用颜色鲜艳的专用盖子堵住静压孔,这样既可以形成有效的保护又比较容易辨认和提醒,便于在飞机交付运营前将堵盖取下。

2.2 蒙皮波纹度检查

2.2.1 主静压口周向 76.2mm 范围内蒙皮波纹度检查

测量方法:在距离主静压口边缘上下 5.08mm 处,使用 152.4mm 长的金属刻度尺(刻度尺的中心和静压口

的中心对齐)在前后方向上沿着机身水平线测量凹坑或凸起尺寸。

对于凹坑,使用间隙规测量刻度尺中间部分与蒙皮之间的最大间隙,凹坑间隙记为负值。

对于凸起,又分为可动凸起和平坦凸起。可动凸起是指凸起的顶部相对尖锐,刻度尺很容易在凸起顶点处移上移下。测量时上下移动刻度尺使其一端接触蒙皮,用间隙规测量刻度尺的高端与蒙皮之间的间隙,然后反向操作测量另一侧间隙,采用两者中的较大数值并以正值记录这个数据;平坦凸起指的是凸起的顶部相对平坦,刻度尺在同一高度水平区域的凸起上移动受到限制。测量时把刻度尺放在同一水平区域,使用间隙规测量刻度尺的两端与机身蒙皮之间的间隙,采用两者间较大的数值并以正值记录该数据(图2)。

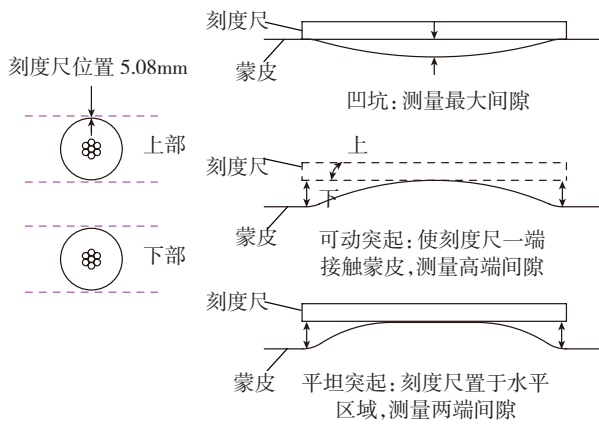


图2 主静压口附近波纹度测量方法
Fig.2 Measurement methods of waviness at vicinity of primary static port area

测量完成后,需要通过计算来确定最终的波纹度数据。假设凹坑只存在于静压口任一侧时,其测量值为A;凹坑存在于某单一静压口上方的测量值为A₁,下方的测量值为A₂。同上,可动凸起的测量值为B、B₁、B₂;平坦凸起的测量值为C、C₁、C₂。计算公式参考表1。

在主静压口周向76.2mm范围内,测得的波纹度

表1 主静压口波纹度计算公式

静压口上下出现的凹坑或凸起	计算方法
凹坑+凹坑	$(A_1+A_2)/2$
可动凸起+可动凸起	$(B_1+B_2)/4$
平坦凸起+平坦凸起	$(C_1+C_2)/2$
凹坑+可动凸起	$(A+B/2)/2$
凹坑+平坦凸起	$(A+C)/2$

不能大于0.508mm,如果超出这个值就必须进行修理。如果在这个区域内有修理,铆钉与蒙皮齐平公差是0~+0.0762mm,紧固件的间距要在50.8~76.2mm之间。

2.2.2 备用静压口周向76.2mm内蒙皮波纹度检查

测量方法:放置152.4mm刻度尺的边缘跨过备用静压口中心,在前后方向上沿着机身水平线测量,找到蒙皮与刻度尺之间的间隙,该间隙就是蒙皮波纹度。

该范围内,蒙皮轮廓表面不能有超过0.1778mm深度的波纹,如果超出这个值就必须进行修理。如果在这个区域内有修理,铆钉与蒙皮平齐公差是0~+0.0762mm,紧固件的间距要在50.8~76.2mm之间。

2.2.3 波纹度及其他检查要求

(1)静压口A、B、C 3个区域的蒙皮波纹深度与顺气流方向上的长度是有限制要求的。如在B区内发现波纹,最深只能允许到0.635mm,如图3所示。

(2)静压口区域蒙皮轮廓变形条件限制参考图4。

2.3 静压口区域蒙皮损伤处理

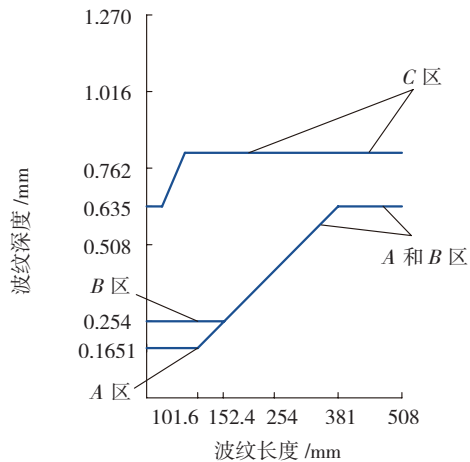


图3 静压口区域允许的波纹尺寸
Fig.3 Permitted waviness size around static port area

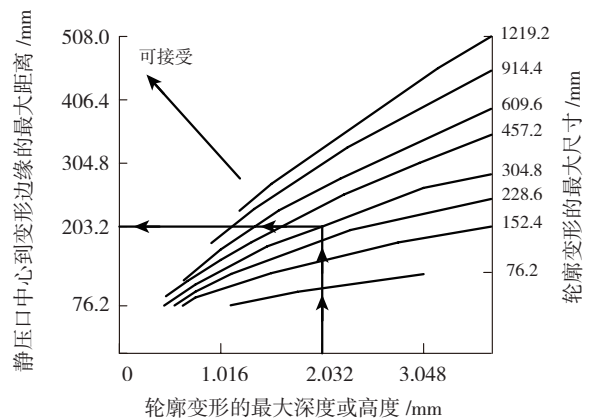


图4 静压口区域蒙皮轮廓变形的限制
Fig.4 Limits on skin contour deformation static port

如果发现静压口区域蒙皮划痕、刻痕或腐蚀等损伤,则应当采用如下处理方法。

(1) 打磨并完全去除损伤,顺滑修整区域保证 $R_a 63 \mu\text{m}$ 的表面粗糙度。

(2) 无损探伤检测打磨区域有无裂纹,如果发现裂纹就直接进行修理;如果没有裂纹就执行下一步。

(3) 测量蒙皮剩余厚度,并对修整过的表面进行防腐处理。

(4) 进行评估:主静压口区域蒙皮的允许损伤去除量为 $0.05T$ (T 为损伤区域蒙皮厚度,损伤蒙皮为粘合蒙皮时仅使用损伤处的单层蒙皮厚度进行评估);备用静压口区域蒙皮的允许损伤为 $0.15T$ 。如果蒙皮厚度去除量超出上述范围,则要对该区域进行修理;如果去除量在此范围内,还应参考 2.2 节内容对静压口区域蒙皮的波纹度进行检查,若超出范围仍然要进行修理。

3 静压口区域的修理

如果对静压口周围 A 、 B 、 C 3 个区域进行补片修理,那么补片在长度方向上必须与飞机中心线平行,宽度方向必须与飞机中心线垂直。除此之外还有一些特殊的要求,在执行修理时应特别注意。规定修理补片厚度为 T ,长度为 L ,宽度为 W ,进行了对比分析,如表 2 所示。

表2 静压口区域蒙皮的修理原则

区域	修理类型	A 区	B 区	C 区
主静压口	外补修理	补片斜边比率 4:1,其末端 T 最大是 0.508mm;仅能使用埋头紧固件;任何修理必须跨过整个 A 区且 $L > 2.2W$;不能使用楔形垫片	补片斜边比率 4:1,其末端 T 最大是 0.508mm;仅能使用埋头紧固件;任何修理必须跨过整个 B 区且 $L > W$	补片斜边比率 4:1,其末端 T 最大是 0.508mm;仅能使用埋头紧固件
	齐平修理	不允许	使用的楔形垫片至少 50:1 的斜率且距离 A 区不小于 50.8mm;仅使用埋头紧固件	使用的楔形垫片至少 50:1 的斜率且距离 A 区不小于 50.8mm;仅使用埋头紧固件
备用静压口	外补修理	补片斜边比率 4:1,其末端 T 最大是 0.508mm;仅能使用埋头紧固件;任何修理必须跨过整个 A 区且如果 $T > 2.032\text{mm}$,那么 $L > 2W$;如果 $T < 2.032\text{mm}$,那么 $L > 1.5W$;不能使用楔形垫片	补片斜边比率 4:1,其末端 T 最大是 0.508mm;任何修理必须跨过整个 B 区且 $L > W$	补片斜边比率 4:1,其末端 T 最大是 0.508mm
	齐平修理	修理不能改变飞机的原始轮廓;仅能使用埋头紧固件;对于修理应确保:静压口中心 76.2mm 范围内修理表面不能有深度超过 0.1778mm 的波纹;静压口中心 76.2mm 范围内的铆钉与蒙皮平齐公差是 0~+0.0762mm;确保紧固件间距在 50.8~76.2mm 范围内	使用的楔形垫片至少 50:1 的斜率且距离 A 区不小于 50.8mm	使用的楔形垫片至少 50:1 的斜率且距离 A 区不小于 50.8mm

4 RVSM 主静压口区域的特殊要求

RVSM (缩小垂直间隔标准)空域是指在飞行高度 8839.2~12496.8m 之间,采用 304.8m 垂直间隔飞行的空域,在此空域的运行人及其航空器需要局方批准。目前

此空域飞行的飞机已经比较多,对于 RVSM 主静压口区域在例行维护时应当特别注意。

RVSM 主静压口区域首先应当满足结构修理手册内的一般允许损伤以及气动性的要求。主静压口区域最多允许两个蒙皮轮廓的变形(或修理),这两个变形(或修理)可以出现在飞机同一侧,也可以一侧一个。需要注意的是,对于没有划穿蒙皮包铝层的划痕和蒙皮高度在 $\pm 0.0762\text{mm}$ 内的变化,波音不认为是轮廓变形。

RVSM 主静压口区域发现任何损伤后都需要对蒙皮波纹度进行检查,检查方法同上文所述。对于已经安装的主静压口组件,如果其低于蒙皮 0.0508mm 以上,则需要更换静压口;如果其高于蒙皮 0.1524mm 以上,需要铣削静压口以保证齐平度。应注意对于新安装的新主静压口部件和飞机蒙皮的齐平范围在 0~+0.0762mm 之间。

5 结束语

静压口区域作为非常关键的气动表面必须保持清洁和光滑,无论是航线例行检查还是基地大修,必须对静压口区域进行详细、认真地检查。在基地维护时由于飞机停厂周期较长,更应当对静压口区域做好保护以防止意外的损伤,对于已经出现的损伤必须参考现行有效

的手册进行仔细对比评估,如果超出手册范围应当立即进行修理或寻求波音的援助以确定最终的修理方案,确保静压孔区域部件和结构的完整性,从根本上保证飞机运营的安全。

(责编 深蓝)