

## 关于 737 机队 2 号风挡使用情况说明

### 一. 背景

2022 年 11 月 20 日，B-5625 飞机沈阳起飞后机组反映爬升阶段左 2 号风挡过热灯亮，后在巡航阶段风挡外层出现裂纹，增压正常，继续执行航班正常落地。此次裂纹分析是由于风挡加温过程中加温膜局部性能变化，产生局部过热，在后部下边缘出现应力集中导致裂纹。外层裂纹失效对飞行安全和机组操作无影响。核实本次风挡玻璃装机使用时间为 16156 FH，特扩大对机队运行中 2 号风挡的使用情况和措施做一梳理。

### 二. 部件信息

左 2 号风挡：件号 141A4810-53 序号 14317H5134

2017 年 10 月 30 装机，TSI:12813FH，CSI:6128CY；TSN：16156FH，CSN：7821CY。

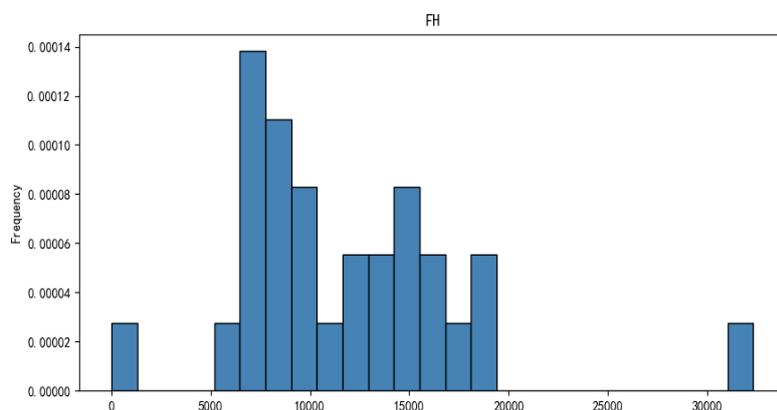
此前于 2017 年 2 月 11 日机组反映风挡手柄卡阻拆下送修，未执行玻璃板更换。因此玻璃板累计装机时间为 16156FH。

### 三. 机队数据统计

#### 一) 2 号风挡裂纹的数据统计

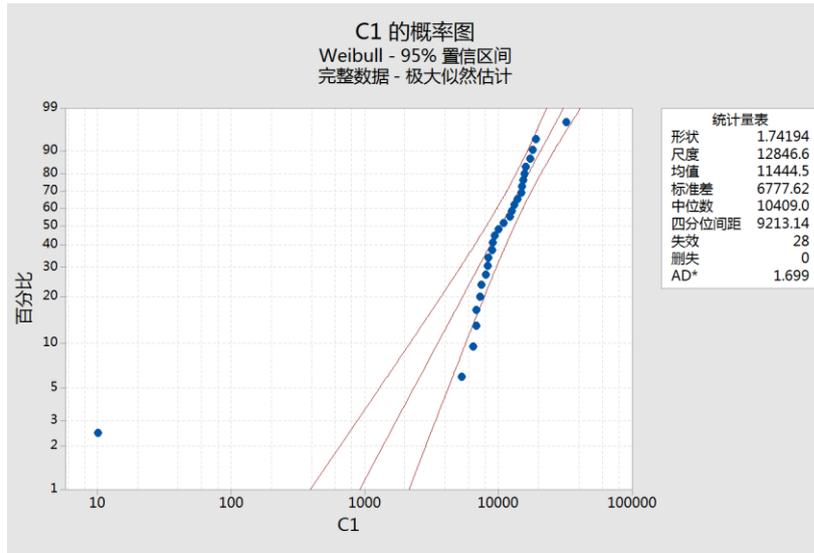
##### 1) 区间分布

统计 2012 年以来机队 2 号风挡裂纹数据，总计 28 起，从风挡玻璃板的装机时间来看，最高 32313FH，最低 10FH，平均时间为 11801FH，具体分布如下图所示。本次 B-5625 的左 2 号风挡失效寿命高于机队平均值。



##### 2) 韦伯分布可靠性统计

从风挡玻璃失效的分布情况来看，数据较离散，无明晰的集中失效区或渐进衰变的特征。



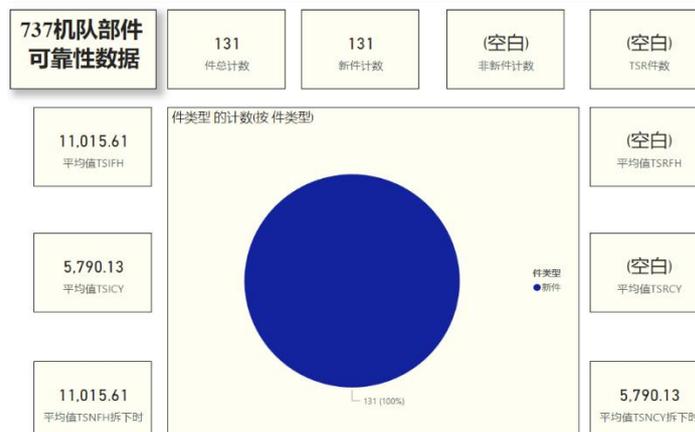
### 3) 机队趋势

从风挡历年来的裂纹情况统计，随着 2018 年起工程严控政策的实施，风挡裂纹万时率控制在历史较低的水平，整体运行平稳。

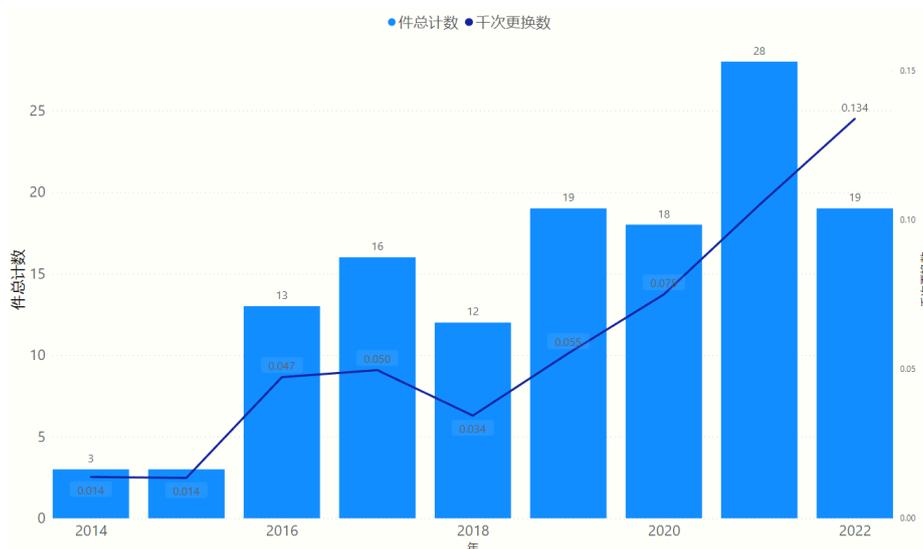


### 二) 2 号风挡更换统计

扩大看全机队的装机小时统计平均为 11015，与机队严控政策有一定关系。



从历年拆换分布看，从 2018 年后，受严控影响，拆换的数量和千次率水平，整体高于历史平均水平。



#### 四. 厂家数据

风挡厂家 PPG，统计的 2 号风挡平均使用时间为 15696FH，平均使用年限为 5.3 年。本次 B-5625 的左 2 号风挡失效寿命高于 PPG 统计的机队平均值。

Row Labels	Average of							
	Average of FH's/year	Average of B50: FH's	Average of Typical Life (years)	Average of MTBF	Average Count of B50: FH's	Average of MTTF	Average of Eta	Average of Beta
B737	2916	19116	6.7	38062	14318	37	21434	3.29
#1 WS	2797	21693	7.9	47503	16483	15	24724	3.26
#2 SW	3042	15696	5.3	31709	10934	11	18188	3.20
#3 SW	3064	30917	10.0	38965	21889	3	30454	2.65
#4 EB	2913	14913	5.1	22979	12214	4	16729	3.90
#5 EB	2913	14212	4.9	22557	11933	4	15960	3.55
<b>Grand Total</b>	<b>2916</b>	<b>19116</b>	<b>6.7</b>	<b>38062</b>	<b>14318</b>	<b>37</b>	<b>21433.54054</b>	<b>3.292378378</b>

#### 五. 失效原因分析

针对此类问题，波音 ISO-56-21-35989 有多家航司曾反映过类似的问题，之前与 PPG 厂家也做过面对面沟通，分析如下：

加温膜刷在中间层和外层玻璃之间，在风挡加热循环中膨胀。外层玻璃在制造过程中经过化学强化，因此在表面层具有可收缩性。空中时外层玻璃外表面暴露在环境温度下并收缩。而 Z 形槽和其他层玻璃不发生形变，并抵抗外层玻璃外表面的变形，从而在边缘产生开裂。虽然厂家通过优化加温膜的工艺，以更好的使加温均匀，但还是有部分存在使用后衰退，局部加温不平衡的情况，因而产生此类无潮气入侵，也无跳火的裂纹。

## 六. 当前措施

从当前的工程措施来看，通过每天的航后检查和定期的检查测试工作，对于早期的风挡缺陷可以提前识别并进行处理。

- 1) 航后工卡检查风挡玻璃，确认无明显损伤，无裂纹和过热迹象，密封胶完好，确认雨刷在位无明显损伤。确认 2 号活动风挡开关正常；
- 2) E0-73N-56-2020-002/E0-73N-56-2021-002 (T=R=550FH/800FH 或 3 个月先到为准，注：不同客户间隔不一样)定期对驾驶舱各风挡及封严进行专项检查。检查内容包括划伤、缺口、裂纹、分层、跳火/电弧、气泡、封严胶破损/脱胶、潮气入侵等缺陷的详细检查。
- 3) A 检出厂飞机风挡故障处理政策：要求发现问题的风挡必须在定检中完成处理，不允许办理保留或遗留未撤除的保留放行飞机。
- 4) E0-73N-30-2020-002 每 1600FH 执行 2 号风挡风挡加温系统检查；
- 5) 每周对风挡缺陷保留进行汇总评估，并对风挡缺陷进行评级，安排逐级更换。

目前的工程措施可以预防因封严问题导致的潮气入侵，提前识别风挡出现的分层并及时处理。

## 七. 小结

本次 B-5625 的左 2 号风挡装机寿命高于机队平均值和世界机队平均更换时间，从风挡裂纹的失效分析来看，主要和风挡玻璃制造工艺，以及使用中的局部性能变化有关。