

某飞机翼尖YB-2有机玻璃铣切及安装工艺方法研究

孙建来 白开勇

中航西安飞机工业集团股份有限公司 陕西 西安 710000

摘要: 针对某飞机翼尖航行灯有机玻璃罩在外场出现银纹问题, 通过对翼尖有机玻璃的铣切过程和安装工艺方法进行分析和研究, 选取铣切刀具、风钻转速、进给量、冷却方式、环境模拟等变量, 开展一系列有机玻璃铣切和安装试验。根据对试验数据进行剖析, 推断出翼尖有机玻璃出现银纹的几种可能原因, 且研究出了一套有机玻璃铣切和安装工艺方法, 为后续有机玻璃加工、装配和维护等各环节都具有重要的指导意义。

关键词: 翼尖; 有机玻璃; 银纹; 铣切; 安装

引言

某飞机多个架次在外场检查过程中发现, 翼尖航行灯上的有机玻璃罩出现银纹。为排除该故障, 制造单位多次派遣人员对翼尖有机玻璃罩进行更换, 该重复性故障严重影响了飞机的进度和周期。本文对翼尖有机玻璃的装配过程进行分析, 结合相关铣切和安装试验, 推断出了故障出现的可能原因, 依托试验过程中的相应数据, 研究出一套完备的有机玻璃铣切和安装工艺方法, 降低了某飞机翼尖有机玻璃出现银纹的风险, 为后续有机玻璃铣切和安装过程控制奠定了工艺基础。

1 翼尖有机玻璃结构概述

某飞机翼尖上安装有前后两个航行灯, 均采用YB-2有机玻璃罩进行采光和防护。相对而言, YB-2有机玻璃较YB-3、YB4等玻璃的抗银纹性能低, 因此YB-2玻璃常出现银纹故障[1]。银纹是聚合物在张力作用下, 材料某型薄弱地方出现应力集中, 所受的实际应力大于材料的许用应力, 二产生局部的塑形形变取向, 以至在材料表面或内部垂直于应力方向上出现微细凹槽, 造成玻璃的分子层发生滑动、错位、断裂时所表现出的在一定光线和角度下闪闪发光的细小裂纹。银纹积累到一定程度, 将使玻璃强度大大降低, 玻璃易出现裂纹, 影响翼尖航行灯照明效果, 从而危及飞行安全。

2 有机玻璃铣切方法

2.1 有机玻璃发展史

有机玻璃是一种透明的高分子材料, 化学名称为聚甲基丙烯酸甲酯, 是由甲基丙烯酸甲酯聚合而成的高分子化合物。1927年, 德国化学家将两个玻璃板之间加入丙烯酸酯, 进行加热试验, 导致丙烯酸酯发生聚合反应, 生成了透明性良好且附有粘性的橡胶状夹层, 并通过进一步试验, 发现聚甲基丙烯酸甲酯防破碎性能极佳。有机玻璃分为四个大类: 有色透明、无色透明、珠光、压花, 具有透明效果好、化学性质稳定, 且力学性能和耐候性良好, 易染色, 易加工, 外观优美等优点, 从原料形状可以分为: 管状型材、棒状型材、板状型材三种。改优质材料是作为飞机照明设备、座舱罩和挡风玻璃的最佳材料。

2.2 有机玻璃应用

通过丙烯酸、酯类为原材料聚合而成, 统称丙烯酸类树脂, 对应的的塑料制品叫聚丙烯酸类塑料。这些塑料中, 聚甲基丙烯酸酯甲酯得到了广泛使用。有机玻璃优点: 结构表面十分光滑、色彩也比较艳丽, 结构强度较大, 具有良好的耐腐蚀性、耐潮湿性、耐暴晒性, 且绝缘性能好, 也具有隔声性能。另外, 有机玻璃透光性能好, 可透过92%以上的太阳光, 73.5%的紫外线; 机械强度较高, 绝缘性能极佳, 不易变形, 成型简单。有机玻璃缺点: 材料质地比较脆, 表面硬度不够, 易溶于有机溶剂, 且容易擦毛。广泛用作飞机座舱罩、挡风玻璃、飞机机翼航行灯、汽车车灯等。

3 翼尖有机玻璃铣切及安装过程分析

3.1 铣切过程

因飞机装配过程中存在尺寸传递及容差分配, 为确保满足最终装配要求, 翼尖有机玻璃四周通常需留出一定的余量。在装配时, 按照结构实际外形尺寸要求, 画出余量线, 使用装有通用铣刀的风动工具去除余量, 当翼尖有机玻璃铣切完成后, 将其放置在装配件上, 检查与装配零件之间的贴合情况, 应保证有机玻璃的安装边与骨架安装边的不贴合间隙(有机玻璃自由不压紧状态)不大于1.5mm。

3.2 安装过程

翼尖有机玻璃铣切完成后, 使用玻璃铅笔按照工程图样画出开槽位置, 使用通用麻花钻进行制孔, 然后使用铣刀开出花槽。当所有花槽铣切完成后, 使用XY-401橡胶液在有机玻璃安装及压边条上粘贴橡胶垫板, 并按工程图样在螺钉孔内安装胶管, 最后使用螺钉将有机玻璃与翼尖结构进行固定, 从而达到最终装配要求。安装完成后, 有机玻璃和结构间隙应满足1mm~3mm要求。

4 有机玻璃铣切及安装试验

为探索翼尖有机玻璃银纹产生原因, 从铣切刀具、转速、进给量、冷却方式、螺钉安装、环境模拟方面开展有机玻璃铣切及安装试验。

4.1 铣切刀具

通过控制风钻钻速、进给量, 改变有机玻璃铣切刀具, 来观察有机玻璃铣切质量。

(1) 试验内容。在风钻转速和进给量一定的情况下, 选用风动通用铣刀、玻璃铣切专用刀具、微型铣切刀具开展有机玻璃铣切试验。

(2) 试验结果。分别使用风动通用铣刀、玻璃铣切专用刀具、微型铣切刀具铣切有机玻璃试验件进行铣切后发现, 玻璃铣切专用刀具和微型铣切刀具的铣切质量均优于风动通用铣刀。但由于微型铣切刀具工作效率低, 每次进给量很小, 不适用于大面积铣切, 且不利于大批量生产线使用, 因此并没有展现出特别的优势。具体情况见表1。

表1 刀具试验情况

序号	刀具	铣切情况
1	风动通用铣刀	部分区域产生崩边、毛刺多
2	玻璃铣切专用刀具	少量毛刺
3	微型铣切刀具	少量毛刺

4.2 转速及进给量

选取有机玻璃专用铣刀, 分别改变风钻转速和进给量, 通过试验对比, 来观察有机玻璃铣切质量。

(1) 试验内容。选取有机玻璃铣切专用刀具开展风钻转速、进给量试验, 探索该因素对有机玻璃铣切质量的影响。本组试验采取控制变量法, 在转速确定的情况下选用不同进给量开展3组铣切试验。同样, 在进给量确定的情况下选用不同转速进行铣切试验。

(2) 试验结果。通过控制变量法对有机玻璃铣切过程开展风钻转速、进给量试验后发现, 进给量过大或风钻转速过大或过小均会对铣切质量产生影响。具体情况见表2。

表2 转速及进给量试验

序号	定量	变量	铣切情况
1	转速800r/min	进给量0.5mm	少量毛刺
2		进给量1mm	少量毛刺
3		进给量1.5mm	部分区域产生崩边、毛刺多
4	进给量1mm	转速500r/min	部分区域产生崩边、毛刺多
5		转速800r/min	少量毛刺
6		转速1500r/min	部分区域产生崩边、毛刺多

4.3 冷却方式

在有机玻璃铣切过程中, 存在铣切区域过热、刀具温度升高的现象。该组试验通过控制其他变量, 选取不同冷却方法对铣刀和铣切区域进行冷却, 来探索有机玻璃铣切过程中冷却方式对有机玻璃铣切质量的影响。

4.3.1 试验内容

特选取玻璃铣切专用刀具, 在风钻钻速800r/min、进给量为1mm的情况下, 开展冷却试验。

表3 不同冷却方式试验

序号	冷却方式	铣切情况
1	无冷却	部分区域产生崩边、毛刺居多
2	压缩空气冷却	少量毛刺

4.3.2 试验结果

通过采用不同方式对铣切区域及刀具进行冷却, 发现采用压缩空气冷却效果显著, 铣切区域质量良好, 而不采取冷却的玻璃试验件崩边情况明显, 且毛刺居多。

4.4 螺钉安装

翼尖有机玻璃铣切完成后, 通过螺钉连接方式安装在翼尖结构上, 用于照明及保护航行灯。因翼尖有机玻璃为曲面结构, 若安装过程中某一区域螺钉拧紧力值过大, 势必会造成此处受力不均匀, 且应力较大, 加剧了银纹出现的风险。为模拟翼尖有机玻璃安装过程, 本次选用翼尖前段玻璃及相应装配件, 开展螺栓安装试验。首先分别将两个有机玻璃在装配件上进行定位, 使用一字槽螺刀将一号试验件按照孔位顺序依次预拧紧及最终拧紧, 然后再将二号有机玻璃试验件以对角拧紧的顺序进行螺栓预拧紧及最终拧紧。安装完成后, 静置72小时后发现, 二号有机玻璃试验件有一个螺钉花槽周围出现银纹, 而一号试验件未出现银纹, 质量状况良好。

4.5 环境模拟

由于外场飞机常常会处于不同恶劣的环境下, 不同温度可能会对有机玻璃状态产生影响。因此对铣切后的有机玻璃进行环境模拟是十分必要的。为模拟翼尖有机玻璃在外场受环境因素影响情况, 将已安装完成的二号试验件放入-18℃恒温冰箱中进行冷冻试验, 然后在放入温度50℃±5℃的加热炉中进行加热试验, 分别处理24小时后取出后发现有机玻璃质量良好, 未出现银纹、裂纹等现象。

5 试验结果及分析

本次试验从铣切刀具、转速、进给量、冷却方式、螺钉安装、环境模拟方面开展有机玻璃铣切及安装试验。根据试验数据, 推断出翼尖有机玻璃出现银纹的原因可能出现在铣切和安装过程中, 特别是风钻转速过大或过小、进给量过大、未对铣切区域及刀具进行冷却均会影响有机玻璃质量, 进而加大银纹产生的风险。一方面, 在有机玻璃铣切试验中, 微型铣切刀具没有展现出特别的优势, 因此玻璃铣切专用刀具比其它两种更适合铣切有机玻璃。另一方面, 压缩空气冷却有助于降低试验件温度, 以免玻璃温度超过60℃而产生裂纹。针对铣切完成后出现毛刺现象, 应采用不同粒度的砂纸, 对加工表面进行打磨, 去除毛刺, 达到平整光滑状态, 该工艺方法可以降低后期产生银纹的概率。另外, 在试验件安装过程中, 以对角拧紧的顺序进行螺栓预拧紧及最终拧紧, 保证了试验件受力均匀性, 进一步降低了出现银纹的风险。

6 过程控制与改进

通过对试验结论进行分析和研究,在后续翼尖有机玻璃铣切过程中应采取以下工艺方法。

6.1 铣切过程控制

采用玻璃铣切专用刀具铣切有机玻璃,将风钻转速控制在800r/min,且每次进给量不超过1mm,并采用压缩空气冷却,以免玻璃温度超过60℃而产生裂纹。另外,还需预留不小于0.5mm的打磨余量。

6.2 铣切后的打磨

有机玻璃铣切完成后,用砂纸对加工表面进行打磨,去除预留的打磨余量,以改善表面完整性,使其达到光滑平整状态,从而降低后期产生裂纹的风险。

6.3 螺钉安装

在安装过程中,以对角拧紧的顺序进行螺栓预拧紧及最终拧紧,保证有机玻璃各个位置受力均匀,不会出现应力集中现象。

7 结束语

本本通过分析某飞机翼尖有机玻璃罩裂纹故障,并展开一系列有机玻璃铣切及安装试验,探索出了一套完备的有机玻璃铣切和安装工艺方法,研究成果已在实际生产中得到验证和应用,为后续有机玻璃加工、装配和维护等各环节都具有重要的指导意义。

参考文献:

- [1]杨南胜.YB-2航空有机玻璃银纹浅析.航空学会成立二十周年学术交流文集,2004.
- [2]周琳琳.航空有机玻璃银纹分析防措施.玻璃,2012(12).