

DOI: 10.19452/j.issn1007-5453.2017.04.023

一种新型飞机透明件和挡风玻璃紧固原理和结构

谢晓斌*

一禾科技发展(上海)有限公司, 上海 200235

摘 要: 本文在定义紧固反效应和动态紧固概念的基础上, 对脆性显著的飞机透明件或挡风玻璃的边缘链接的紧固方式进行分析, 进一步提出了一种新型动态紧固原理和结构, 并阐述了它在飞机透明件和挡风玻璃上的应用方案。新型动态紧固原理和结构, 利用装配效应对由弹性材料制作而成的紧固组件激发生成内置预应力, 再通过紧固正效应, 达到内置预应力的稳定控制。飞机透明件或挡风玻璃与飞机骨架之间, 由具有稳定预应力结构的紧固组件连接固定, 从而产生具有仿生结构的动力效应, 加强了整体的抗外力强度结构等物理性能, 弥补或解决现有飞机透明件或挡风玻璃边缘链接所存在的缺陷和问题, 填补了弹性材料的预应力结构对脆性显著物件的紧固领域的应用空白。

关键词: 挡风玻璃; 透明件; 边缘链接; 紧固正(反)效应; 预应力; 动态紧固; 仿生结构

中图分类号: V19 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-5453 (2017) 04-0023-07

飞机座舱透明件是为飞行人员提供外部视野和武器瞄准的窗口, 供乘员进出座舱用。同时, 透明件作为气密座舱的结构件, 应保证乘员在各种条件下的飞行安全和视觉能力, 确保在空中和地面应急情况下乘员的安全离机^[1]。透明件边缘链接又是座舱透明件、挡风玻璃结构的薄弱环节和敏感区域, 故障^[2]常常在此发生。

为了减少座舱盖透明件故障的发生, 降低挡风玻璃破碎事故, 减轻维修技术工作量, 缩减维护更换成本, 本文在引入紧固反效应、静态和动态紧固结构等概念的基础上, 对现有的飞机透明件或挡风玻璃所存在的缺陷和问题进行分析, 并提出了一种动态紧固原理和结构, 阐述了一种新型的飞机透明件或挡风玻璃这种动态紧固方式的应用结构。

1 紧固结构

飞机座舱透明件一般包括固定风挡透明件及活动舱盖透明件。高性能飞机座舱透明件结构设计应满足与飞行任

务有关的各种严酷状态下的强度及刚度要求, 有关的载荷来源及强度要求按 GJB1393 和 GJB67 有关规定。此外, 还要考虑到重量、光学、视野、抗环境能力、抗鸟撞能力、维修性、互换性、使用寿命及可加工性等, 最终的设计应是诸多要求与现实的可能性和成本等综合因素平衡的结果^[1]。座舱透明件结构的完整性、安装的牢固性和使用的稳定性将直接影响到飞机质量、飞行安全和维修保养成本。

1.1 现有紧固结构

座舱透明件的原材料一般采用有机或无机玻璃, 称为航空玻璃。随着科技的发展, 航空玻璃自身的制造工艺和相关物理性能已经比较成熟, 座舱透明件与机身骨架的紧固安装结构或边缘连接方式, 也是目前飞机制造领域相对比较成熟的技术体系。

战斗机主要采用以下几种形式: 螺栓连接、软连接、纯气密连接、膨胀接头、U 型槽连接和金属插入件加强等, 可以单独使用或组合使用^[1], 如图 1 所示。

收稿日期: 2017-01-18; 退修日期: 2017-02-08; 录用日期: 2017-03-01

* 通讯作者. Tel.: 13801601437 E-mail: xxb10@vip.163.com

引用格式: XIE Xiaobin. A new fastening principle and structure for aircraft transparent parts and windshield [J]. Aeronautical Science & Technology, 2017, 28 (04): 23-29. 谢晓斌. 一种新型飞机透明件和挡风玻璃紧固原理和结构 [J]. 航空科学技术, 2017, 28 (04): 23-29.

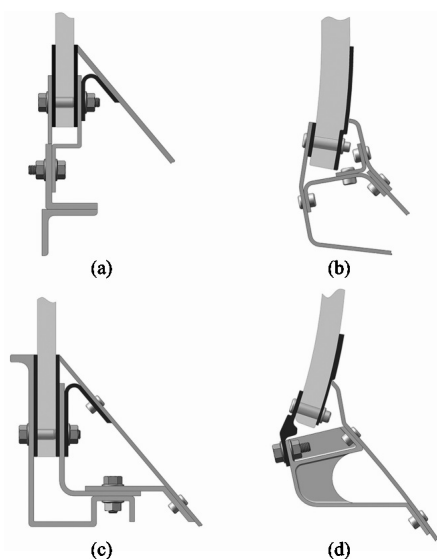


图1 透明件典型结构

Fig.1 The typical structures for transparent parts

民用航空飞机挡风玻璃的边缘连接方式主要有3类：第一类是挡风玻璃不直接与周围窗框结构连接，称为压板式；第二类是挡风玻璃通过螺栓与窗框结构直接连接，但不传递面内载荷（张力），称之为非承载螺栓式；第三类是挡风玻璃与窗框结构直接连接，且传递面内载荷（张力），称之为承载螺栓式^[3]，如图2所示。

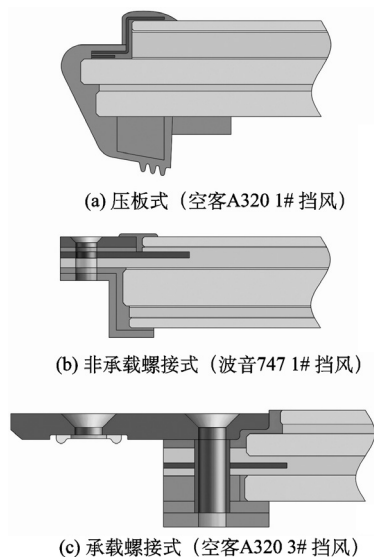


图2 挡风玻璃现有典型结构

Fig.2 Existing typical structures for windshield

尽管座舱透明件或挡风玻璃的制造以及其与机身骨架的紧固安装结构，是目前飞机制造领域相对比较成熟的工程技术体系，但其被列为时时检查、定期更换的易损品配件，战斗机飞机透明件边缘链接是座舱盖透明件故障高发区，民航

飞机挡风玻璃破碎等事故频发，耐温差及可控性差、维修技术繁杂、维护更换成本高等也是行业内众所周知的事实。

1.2 缺陷和存在问题

战斗机透明件和民航飞机挡风玻璃的边缘连接方式存在一定的差异，因此，相应的缺陷和问题的侧重点也不同。

透明件的性能及使用可靠性尚不能在设计初期给以精确的分析和确定，因为对于透明件这种复杂的结构件，相互关联的因素很多，不可能有一个精确的分析方法^[1]，甚至地面模拟试验也存在失效现象^[4]。战斗机透明件边缘链接是座舱盖透明件故障高发区，安装完成后的座舱盖强度及刚度性能取决于边缘与骨架的牢固、稳定与配合精准的构成。边缘开设螺栓孔的连接方式，存在螺栓孔裂纹现象^[5]，降低了透明件边缘固有的物理性能，使得螺栓孔邻边成为极其敏感和脆弱部位，一旦发生撞击荷载时（如飞鸟），瞬间冲击很容易导致透明件碎裂。透明件加工尺寸或弧度之间的微小误差，透明件边缘的螺栓孔与骨架上对应孔吻合的微小误差，相邻螺孔之间紧固受力干扰而产生各自同心轴位移微小误差，飞行中座舱内外大气压差、温差的剧烈变化，材料本身热胀冷缩效应，气动荷载、振动以及疲劳荷载效应，长时间在外力作用下会发生尺寸变化，甚至会发生突然的空中爆裂^[6]，造成机毁人亡的惨剧等，都是透明件紧固结构中常见而又不可预计的隐患。

民航飞机挡风玻璃目前使用的压板式、非承载螺栓式、承载螺栓式技术结构均存在以下无法解决的问题：密封胶老化/开裂、水分侵入、中间层降解、分层、变色、起泡等^[7]，如图3所示，为此，将挡风玻璃列为时时检查、定期更换的易损品配件。

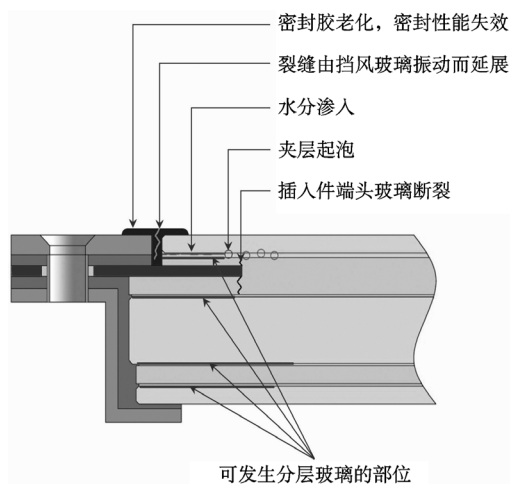


图3 挡风玻璃常见问题

Fig.3 Frequently questions for windshield

1.3 原因分析

如上所述,飞机透明件或挡风玻璃存在诸多缺陷和问题,是飞机中的易损品配件,同时也是故障高发区。究其原因,玻璃本身的脆性特征是一个重要因素。但在飞机透明件或挡风玻璃材质无法根本性改变的情况下,我们将主要探究现有的边缘连接方式是否也是造成实际中诸多问题的重要原因之一。

任何连接方式,一旦将脆性特征显著的航空玻璃与刚性显著的飞机骨架紧固后,两者必然产生相互作用和反作用效应,而此效应尤其在动态中更为显著,直接造成飞机透明件或挡风玻璃边缘连接件疲劳失效^[8]。我们定义这样的效应为紧固反效应。如果紧固反效应对航空玻璃产生显著影响,我们定义这样的连接方式为静态紧固结构;反之,则定义为动态紧固结构。

在本文研究中,由各种因素激发的紧固反效应对航空玻璃的直接影响的大小是静态和动态紧固结构判别的关键。换句话说,一个动态紧固结构,其自身一定存在对紧固反效应具有显著缓化的功能,以此避免或缓化飞机骨架和透明件或挡风玻璃两者之间的直接作用和反作用,从而降低紧固反效应对航空玻璃产生的破坏作用;如这样的结构基本抵消了紧固反效应对飞机骨架和飞机透明件或挡风玻璃两者的直接作用,那我们认为它所产生的缓化效应是显著的;而缓化效应显著性指标是本文动态紧固原理和结构的研究依据。

众所周知,航空玻璃在实际制作过程中,由于冶炼、铸造、锻造、焊接、热处理、冷加工等,使得其自身并非是均匀、没有缺陷、没有裂纹的连续的理想固体,一旦通过边缘连接方式紧固到飞机骨架后,在不断的紧固反效应作用下,更会产生各种缺陷,如白点、气孔、渣、热裂、冷裂、缺口等。这些缺陷和裂纹会产生应力集中,所受拉应力可达到平均应力的数倍。过分集中的拉应力如果超过航空玻璃的临界拉应力值时,将会产生裂纹或缺陷的扩展,导致脆性断裂。这样的边缘区域脆性断裂必是边缘区域产生了严重缺陷所致。这样的事实证明,目前边缘连接方式增加了航空玻璃边缘区域缺陷和裂纹产生的严重性。另外,根据中国航空工业总公司于1996年发布并实施的航空工业标准《飞机座窗透明件设计手册》HB/Z290-96第6.1.3条,在各种典型边缘连接性能汇总表4~表11中,我们可以发现各种条件下试件的破坏部位几乎都发生在透明件的螺栓孔处或其边缘;更有甚者,从该手册所示的“图30典型结构边缘连接件试验原件”为平行边各二孔的矩形单件可以得出,该手册的破坏测试只是在

一种相对理想模型下获得的结果,现实真实的破坏因素应该更加复杂多变。

因此,我们认为目前的边缘连接方式属于静态紧固结构;它们偏重于两者的紧固正效应(即最基本的固定功效)的实现,但缺乏紧固反效应对航空玻璃产生影响的显著缓化功能的技术构造,导致任何微小的误差或冲击下,透明件边缘紧固承载区域物理性能的降低或破坏,从而透明件和挡风玻璃被列为时时检查、定期更换的易损品配件。它们缺乏对动态中必然产生的紧固反效应具有显著缓化功能的技术构造,是座舱盖透明件和挡风玻璃诸多问题和缺陷的重要原因之一。

为了减少座舱盖透明件故障的发生,降低挡风玻璃破碎事故,减轻维修技术工作量,缩减维护更换成本等,让座舱盖透明件成为非易损品,通过增加紧固结构中紧固反效应的显著缓化功能,使边缘连接成为动态紧固结构,具有一定工程研究价值。

2 新型紧固原理和结构

根据我们前面阐述,面对透明件和挡风玻璃由脆性显著的无机或有机玻璃制造而成的事实,动态紧固结构更具有工程研究价值;它不仅实现紧固正效应,即两者之间的固定效用,而且具有紧固反效应的显著缓化功能,确保透明件和挡风玻璃成为更加安全、可靠、稳定的飞机部件。

对此,我们依托弹性材料弹性模量的预应力能产生对外部影响的抵消效应原理,创建能显著缓化紧固反效应对飞机透明件和挡风玻璃影响的动态紧固原理,并在此基础上,创造了一种新型的动态紧固结构:紧固正效应功能与抵消紧固反效应功能合二为一,两者之间的固定效用本身就拥有抵消紧固反效应功能,能抵消紧固反效应的功能本身就产生两者之间的固定效用。

2.1 动态紧固原理

预应力一般是指材料制作或其他物件形成过程中,预先对其在外荷载作用下的受拉区,使用相应的技术和工艺引入的压应力,预引的压应力构成材料或物件的预应力结构。在材料或物件中引入压应力,形成稳定的预应力结构的技术和工艺一般统称为预应力技术。拥有预应力结构的材料或物件一般称为预应力材料或预应力物件。材料或物件的预应力结构可以改善材料或物件的使用性能,如自身刚性的提高、抗震动性能的提升、弹性强度的增强,从而增加耐久性和安全性。由于它能够通过自己的形变来抵消外部作用(冲击、

承载等)的影响,因此,在工程上,弹性材料的预应力效应使用十分广泛。

根据弹性材料的预应力效应的抵消原理,本文所阐述的动态紧固原理有三大要素构成:

(1) 紧固结构制作材料的选取

紧固结构中核心是紧固组件,紧固组件是紧固正效应的实现和产生紧固结构内置预应力的关键。其制作材料的选取为金属或非金属的弹性材料;弹性材料的预应力理论伸长量 L_p 是选取的重要指标,其计算公式如下:

$$\begin{cases} L_p = P_p \times L / (E \times A) \\ P_p = P \times [1 - e - (kx + \mu\theta)] / (kx + \mu\theta) \end{cases}$$

式中: L 为预应力筋的长度,单位为 mm; A 为预应力筋的截面积,单位为 mm^2 ; E 为预应力筋的弹性模量,单位为 N/mm^2 ; P_p 为预应力筋平均张拉力,单位为 N; P 为预应力筋张拉端的张拉力,单位为 N; x 为从张拉端至计算截面的孔道长度,单位为 m; θ 为从张拉端至计算截面曲线孔道部分切线的夹角之和,单位为 rad; k 为孔道每米局部偏差对摩擦的影响系数; μ 为预应力筋与孔道壁的摩擦系数。

(2) 紧固结构内置预应力的生成

在外力的作用下,材料或物件中引入压应力的过程,一般称为材料或物件内置预应力的产生过程。一般而言,任何弹性材料在外力的作用下,都可产生内置预应力,外力的作用过程就是弹性材料内置预应力产生的过程。

透明件或挡风玻璃通过动态紧固结构连接到骨架上,整个装配过程中,人工或其他外力将不断作用于紧固结构,从而对紧固结构产生一种压迫效应,我们将这样的压迫效应定义为装配效应或安装效应;事实上,目前几乎所有的紧固连接方式中,整个装配过程就是不断压迫紧固件,使得被紧固件(透明件或挡风玻璃)与骨架不断趋近而吻合的过程,必然产生装配效应。

在动态紧固结构中,巧妙而合理地利用这样的装配效应,使其作为动态紧固结构中的内置预应力生成的作用外力,即装配过程中所用的外力,不断对紧固组件进行压迫,从而使得弹性材料制作而成的紧固组件生成预应力。

(3) 紧固结构内置预应力的稳定控制

对弹性材料内置预应力产生的动态过程用外物实施控制,就形成材料或物件的内置预应力的稳定结构。在紧固结构产生装配效应的动态过程中,我们采用需紧固的物件:透明件或挡风玻璃和飞机骨架本身,作为紧固结构内置预应力稳定的控制外物。

换句话说,动态紧固原理实质上就是使用弹性材料制作而成的紧固组件,通过紧固结构安装时所产生的装配效应,激发和生成紧固组件的预应力,同时以被紧固物(透明件或挡风玻璃)与飞机骨架自身,作为紧固组件已生成的预应力的稳定和保存的控制件,从而使得透明件或挡风玻璃与骨架之间由动态紧固结构连接形成一体的稳定的预应力结构,这不仅实现了紧固正效应,且缓化紧固反效应对航空玻璃的破坏影响。

2.2 动态紧固结构

根据动态紧固原理,如果内置预应力结构一旦设计生成,那么动态紧固结构将拥有对紧固反效应具有显著缓化的功能。事实上,内置预应力结构基本的功能在于抵消或基本抵消外部动态作用对物件的影响。具体说,在紧固体和被紧固物件两者中,一方受到瞬时冲击影响,通过内置预应力结构的缓化和抵消,对另一方冲击效应就显著降低,紧固反效应对航空玻璃的破坏影响也显著降低,动态紧固结构如图4所示。

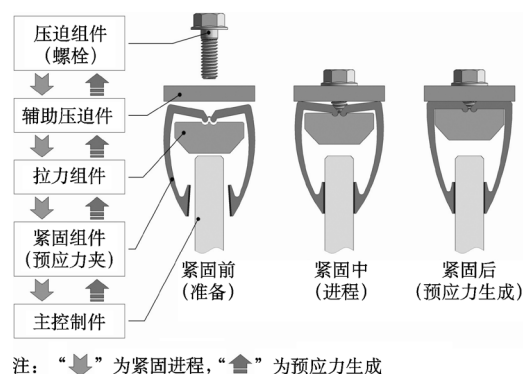


图4 动态紧固结构

Fig.4 Dynamic fastening structure

然而,任何一个动态紧固结构,首先必须实现紧固正效应,即两者之间的固定效用。如果内置预应力结构与实现紧固正效应结构是两个独立的结构,那么这样的分离势必增加工程和生产的不确定性,两个独立存在的结构之间的连接方式又会产生诸多的问题,甚至直接导致预应力结构的破坏。因此,动态紧固结构必须实现紧固正效应功能与抵消紧固反效应功能的合二为一,也就是说,两者之间的固定效用本身就拥有抵消紧固反效应功能,能抵消紧固反效应的功能本身就产生两者之间的固定效用。这是动态紧固结构设计中所必须面对的核心问题。对此,我们的解决方法是:由弹性材料制作而成两条弓形臂形状的预应力夹,构成内置预应力结构的主体,如图5所示,同时,也是承担紧固正效应的紧固主件,以此内置预应力结构成为我们创建的动态紧固结构的核心部分^[9,10]。

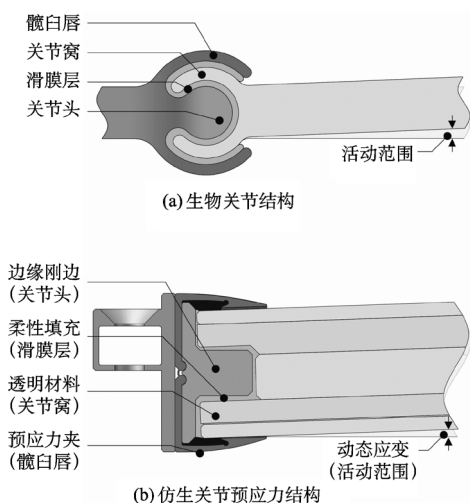


图5 生物关节与仿生结构图

Fig.5 Biological joints and bionic structure

任何紧固结构的设计必须面对四大类不确定性可能导致的问题：

- (1) 构件加工精度误差的不确定性。
- (2) 装配应力和振动冲击力等的不确定性。
- (3) 不同材质在不同环境条件下的差异化伸缩的不确定性。
- (4) 飞行中应对严酷环境条件所产生的不确定性。

针对此四大类不确定性,解决方法是:让动态紧固结构能实现具有仿生结构的动力学效应;事实上,具有仿生结构的动力学效应的关键原理是:在适配的参数范围内,动态紧固结构在不破坏和不改变自身基本结构的基础上,能产生“即时应变”的功用,来抵消或缓化外部各种不确定因素对紧固物件的直接影响,从而实现真正意义上的动态紧固。

具有仿生结构的动力学效应由4个构件实现,如图5所示。在透明件边缘添加“刚边”实现“关节头”动力效应,透明件边缘与刚边之间填充柔性胶实现“滑膜层”动力效应,“刚边”和透明件之间的适配关系实现“关节窝”动力效应,而“预应力夹”夹持透明件边缘表面实现“髌白唇”动力效应。

为此,这四大类不确定性的解决方案是以上四大要件构成的动力效应范围的参数设计,而其中最为核心的参数是预应力夹实现“髌白唇”动力效应的参数设计,事实上,具有仿生结构的动力学效应的实现与否,在于内置预应力效应的生成与控制。值得注意的是,预应力夹的动力效应一定受夹持脆性材料和层合关系的受力安全值所约束。因此,脆性材料受力安全值范围为预应力夹的预应力参数的预设区间,即预应力夹实现“髌白唇”动力效应的参数设计区间。

预应力夹夹持透明件表面可以避开透明件边缘的敏感

断面受力,同时也可避免密封胶不受外在有害侵蚀,并防御中间层降解、银纹、元器件老化等常见故障现象。以预应力夹为主体的动态紧固结构,包含五大构件:压迫组件、辅助压迫件、拉力组件、紧固组件(即预应力夹)、主控制件。

2.3 动态紧固结构的应用

针对战斗机透明件和民航挡风玻璃,我们将五大组件通过合理巧妙的设计,构造成一个完整的透明件和挡风玻璃边框,使得生产制造和安装尤为方便。

带动态紧固结构的战斗机透明件如图6所示,民航挡风玻璃边框如图7所示。

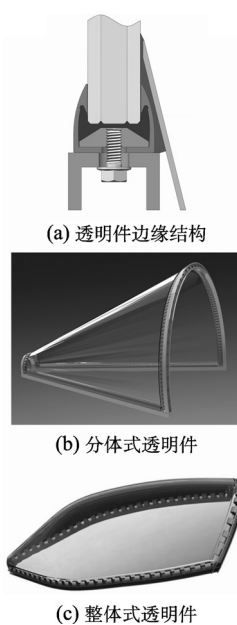


图6 透明件动态紧固结构

Fig.6 The dynamic fastening structure for transparent parts

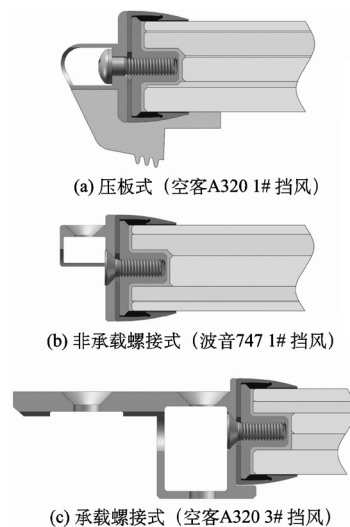


图7 挡风玻璃动态紧固结构

Fig.7 The dynamic fastening structure for windshield

动态紧固结构在飞机透明件和挡风玻璃上的应用案例,可解决或部分解决目前边缘连接方式中所产生的常规问题。

动态紧固结构的应用可实现或部分实现抗冲击力增强、折/扭应力缓冲等功用,由于以预应力夹为主件的仿生结构,可大幅降低对材料性能制作工艺的要求,简单拧紧螺栓即可达到标准的性能和安全值,使安装和保障等工作更为简化。更有甚者,在动态紧固结构中的刚边与有机玻璃之间,设置常态下不接触的“挂销”,给玻璃破碎塌陷导致脱落飞离等现象实现预防成为可能。

3 结论

本文通过定义紧固正效应和紧固反效应,对目前飞机透明件或挡风玻璃常见问题或缺陷的原因进行分析。目前,飞机透明件或挡风玻璃的边缘连接方式缺乏对紧固反效应具有显著缓化功能的技术构造,是现实中诸多问题的重要原因之一;在此基础上,研究了一种新型动态紧固原理:利用弹性材料弹性模量生成的内置预应力结构,实现物件之间的紧固正效应,同时,创建了一种新型的动态紧固结构主件:以由弹性材料制作而成的具有两条臂形状的“预应力夹”为主体的内置预应力结构。通过对4个要件的进一步技术构造,动态紧固结构实现了对外部各种不确定因素影响能产生“即时应变”的功用,即产生具有仿生结构的动力学效应,实现真正意义上的“动态紧固”。

具有内置预应力结构,同时具有仿生结构的动力学效应的动态紧固方式,对脆性显著物件的紧固领域的应用,具有较好的工程研究价值。但限于实验条件,我们尚无详实的数据来支撑这种新型动态紧固结构的优势特征;尚无从理论上建立系统性的“动力学模型”,通过数据模拟来佐证这种新型的动态紧固结构的优势特征,这将是我們深入研究的方向。 **AST**

参考文献

- [1] 胡桂蓉,包于涵,崔明瑞,等. HB/Z 290-1996: 飞机座舱透明件设计手册 [S]. 北京: 中国航空工业总公司, 1996.
HU Guirong, BAO Yuhan, CUI Mingrui, et al. HB/Z 290-1996: Design manual for aircraft cockpit transparent [S]. Beijing: Aviation Industry Corporation of China, 1996. (in Chinese)
- [2] 左逢兴,赵进. J7 II 60103 号飞机座舱盖故障分析 [R]. 航空非金属材料失效分析,北京: 科学出版社, 1993: 36-41.
ZUO Fengxing, ZHAO Jin. Malfunction analysis for aircraft cockpit cover of J7 II 60103 [R]. Failure Analysis of Aviation Nonmetallic Parts, Beijing: Science Press, 1993: 36-41. (in Chinese)
- [3] 徐丽娜,蒋裕. 驾驶舱透明件安装形式分析 [J]. 民用飞机机械设计与研究, 2015 (1): 68-71.
XU Lina, JIANG Yu. Analysis of transparency installation for cockpit [J]. Civil Aircraft Design & Research, 2015 (1): 68-71. (in Chinese)
- [4] 邸祥发,杨万国,许凤和,等. J8 飞机座舱盖地面模拟试验中座舱盖玻璃失效分析 [R]. 航空非金属材料失效分析,北京: 科学出版社, 1993: 56-66.
DI Xiangfa, YANG Wanguo, XU Fenghe, et al. Failure analysis of cockpit cover glass in ground simulation test for J8 airplane [R]. Failure Analysis of Aviation nonmetallic Parts, Beijing: Science Press, 1993: 56-66. (in Chinese)
- [5] 王文涛,王猛,李红亮,等. 飞机座舱透明件螺栓孔裂纹原因分析及改进措施 [J]. 航空维修与工程, 2015 (4): 67-69.
WANG Wentao, WANG Meng, LI Hongliang, et al. Analysis and modified measure of transparency tapping hole flaw in aircraft canopy and windshield [J]. Aviation Maintenance & Engineering, 2015 (4): 67-69. (in Chinese)
- [6] 许凤和. Q5 飞机座舱盖玻璃空中爆破事故的残骸分析 [R]. 航空非金属材料失效分析,北京: 科学出版社, 1993: 51-55.
XU Fenghe. Analysis of wreckage from blasting accident in cockpit cover glass of Q5 airplane [R]. Failure Analysis of Aviation Nonmetallic Parts, Beijing: Science Press, 1993: 51-55. (in Chinese)
- [7] PPG Aerospace. PPG aerospace transparencies [Z]. United States: PPG Aerospace, 2009.
- [8] 邸祥发. J8 飞机座舱盖玻璃边缘连接件疲劳失效分析 [R]. 航空非金属材料失效分析,北京: 科学出版社, 1993: 182-187.
DI Xiangfa. Failure analysis of fatigue for glass edge joint of J8 airplane [R]. Failure Analysis of Aviation Nonmetallic Parts, Beijing: Science Press, 1993: 182-187. (in Chinese)
- [9] 谢晓斌,邹彤,李震,等. 战斗机座舱透明件紧固结构及其紧固方法: 中国, ZL201310207118.7 [P]. 2016-03-30.
XIE Xiaobin, ZOU Tong, LI Zhen, et al. Fastening structure and fastening method of transparent parts of fighter cockpit: China, ZL201310207118.7 [P]. 2016-03-30. (in Chinese)
- [10] 谢晓斌,邹彤,李震,等. 民航飞机窗体透明件紧固结构及其紧

固方法：中国，ZL 201310180772.3 [P]. 2016-06-01.

XIE Xiaobin, ZOU Tong, LI Zhen, et al. Fastening structure and fastening method of transparent parts of civil aircraft window: China, ZL 201310180772.3 [P]. 2016-06-01. (in Chinese)

作者简介

谢晓斌 (1967—) 男, 硕士, 工程师。主要研究方向: 脆性材料紧固研究。

Tel: 13801601437

E-mail: xxb10@vip.163.com

A New Fastening Principle and Structure for Aircraft Transparent Parts and Windshield

XIE Xiaobin*

Yi-he Science and Technology (Shanghai) Co. Ltd., Shanghai, 200235

Abstract: Based on the definition of fastening reverse effect and dynamic fastening, this paper analyzed the existing fastening way of edge link for the transparent parts of aircraft or windshields. Moreover, a new dynamic fastening principle and structure was proposed, and its application scheme on the transparent parts of aircraft or windshields was expounded. In our new dynamic fastening principle and structure, the built-in prestressed was generated by the excitation of assembly effect for the fastening structure, which was made by the elastic material, and then its stability was controlled by the positive effect of fastening. Therefore, the transparent parts of aircraft or windshields and the skeleton were fixed by a stable prestressed structure, which results in a bionic structure with a dynamic effect. Such dynamic fastening way strengthens the some physical properties, especially like as the overall anti-external strength, and makes up or solves the existing defects or problems in the edge link of the transparent parts of aircraft or windshields, and finally creates the application of prestressing force in the fastening domain of brittleness material.

Key Words: windshield; transparent part; edge link; positive (reverse) fastening effect; prestressing force; dynamic fastening; bionic structure

Received: 2017-01-18; Revised: 2017-02-08; Accepted: 2017-03-01

*Corresponding author. Tel.: 13801601437 E-mail: xxb10@vip.163.com