



(12)发明专利申请



(10)申请公布号 CN 106182801 A

(43)申请公布日 2016.12.07

(21)申请号 201610560067.X

(22)申请日 2016.07.15

(71)申请人 西北工业大学

地址 710072 陕西省西安市友谊西路127号

申请人 西安爱生技术集团公司

(72)发明人 薛小平 段国晨 赵景丽 张明
童话

(74)专利代理机构 西北工业大学专利中心

61204

代理人 王鲜凯

(51) Int. GI

B29C 70/34(2006.01)

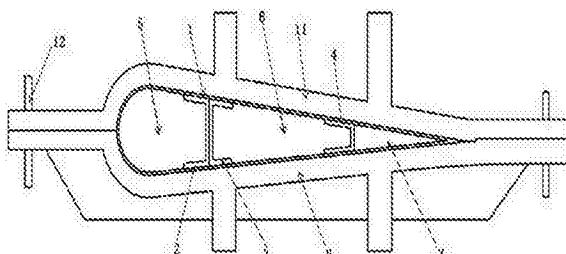
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54)发明名称

一种飞行器泡沫夹芯复合材料舱面成型方法

(57) 摘要

本发明涉及一种飞行器泡沫夹芯复合材料舵面成型方法，采用上、下合拢模具和烘箱相结合的工艺取代高成本热压罐成型工艺，同时在蒙皮内部通过填充泡沫来取代传统舵面结构中的肋条和长桁，最后在烘箱中共固化缩短固化周期，降低固化成本。有益效果简化飞机舵面内部结构，实现整体共固化，缩短制造周期，降低制造成本。



1.一种飞行器泡沫夹芯复合材料舵面成型方法,其特征在于步骤如下:

步骤1:加工上合拢模具和下合拢模具,模具合拢后的内腔与需要加工的舵面外形相吻合;

步骤2:按照设计要求加工前缘泡沫(5)、中间泡沫(6)、后缘泡沫(7),然后置于烘箱中,在泡沫材料的耐热变形温度下进行烘干处理;

步骤3:对上合拢模具和下合拢模具的内腔进行清洁和脱模处理;

步骤4:在下合拢模具的内腔铺贴碳纤维预浸料,在下合拢模(9前后沿的基准面上端面留有余量,余量的大小和铺层的厚度按照设计要求;

步骤5:将第一U形梁(2)和前缘泡沫(5)进行组装,胶接在下合拢模具的舵面前缘位置;将第二U形梁(3)、中间泡沫(6)以及第三U形梁(4)与进行组装后胶接在下合拢模具的舵面中间位置;最后在下合拢模具的舵面尾部位置胶接填充后缘泡沫(7);

步骤6:将步骤4端面的预留余量碳纤维预浸料(8)搭接在前缘泡沫(5)的表面;在成形的泡沫的表面铺覆上模碳纤维预浸料,铺层的厚度按照设计要求;

步骤7:将上合拢模具与下合拢模具合拢,并进行固定;送入烘箱按照工艺要求共固化。

2.根据权利要求1所述飞行器泡沫夹芯复合材料舵面成型方法,其特征在于:所述步骤7的固化工艺采用分段升温,第一升温阶段的升温速率为 $2^{\circ}\text{C}/\text{min}$,第二升温阶段升温速率为 $1.5^{\circ}\text{C}/\text{min}$,然后降温,降温速率为 $1.5^{\circ}\text{C}/\text{min}$;每段升温的温度值和保温时间根据碳纤维预浸料的材料指标要求。

一种飞行器泡沫夹芯复合材料舵面成型方法

技术领域

[0001] 本发明属于航空工业复合材料成型工艺技术领域,涉及一种飞行器泡沫夹芯复合材料舵面成型方法。

背景技术

[0002] 先进复合材料具有高比强度、高比模量、耐疲劳、多功能、各向异性和可设计性、材料与结构的同一性等优异性能,自上世纪60年代年问世以来,先进复合材料很快获得广泛应用,成为航空航天四大材料之一。复合材料成型工艺有多种形式,如手糊玻璃钢成型、缠绕成型、拉挤成型、RTM成型、VARI成型、热压罐成型、模压成型等等。现代飞机为了减轻自身重量,零部件通常采用复合材料取代金属材料,同时减少紧固件的连接数量,降低燃料消耗,从而增加飞行器的航程。飞行器舵面的内部结构较为复杂,包括梁、长桁、肋条等等;通常采用热压罐二次固化或者三次固化方法制造,从而导致制造成本较高,生产周期较长,对于批量生产其成本问题更为突出。在能够保证其质量稳定性的基础上,本发明采用泡沫夹芯代替传统的肋条和长桁,并且通过合拢模具和烘箱相结合的整体共固化成型工艺方法,有效的简化了飞行器舵面内部结构和降低其制造成本。

发明内容

[0003] 要解决的技术问题

[0004] 为了避免现有技术的不足之处,本发明提出一种飞行器泡沫夹芯复合材料舵面成型方法。

[0005] 技术方案

[0006] 一种飞行器泡沫夹芯复合材料舵面成型方法,其特征在于步骤如下:

[0007] 步骤1:加工上合拢模具和下合拢模具,模具合拢后的内腔与需要加工的舵面外形相吻合;

[0008] 步骤2:按照设计要求加工前缘泡沫5、中间泡沫6、后缘泡沫7,然后置于烘箱中,在泡沫材料的耐热变形温度下进行烘干处理;

[0009] 步骤3:对上合拢模具和下合拢模具的内腔进行清洁和脱模处理;

[0010] 步骤4:在下合拢模具的内腔铺贴碳纤维预浸料,在下合拢模9前后沿的基准面上端面留有余量,余量的大小和铺层的厚度按照设计要求;

[0011] 步骤5:将第一U形梁2和前缘泡沫5进行组装,胶接在下合拢模具的舵面前缘位置;将第二U形梁3、中间泡沫6以及第三U形梁4与进行组装后胶接在下合拢模具的舵面中间位置;最后在下合拢模具的舵面尾部位置胶接填充后缘泡沫7;

[0012] 步骤6:将步骤4端面的预留余量碳纤维预浸料8搭接在前缘泡沫5的表面;在成形的泡沫的表面铺覆上模碳纤维预浸料,铺层的厚度按照设计要求;

[0013] 步骤7:将上合拢模具与下合拢模具合拢,并进行固定,送入烘箱按照工艺要求共固化。

[0014] 所述步骤7的固化工艺采用分段升温，第一升温阶段的升温速率为 $2^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ，第二升温阶段升温速率为 $1.5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ，然后降温，降温速率为 $1.5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ；每段升温的温度值和保温时间根据碳纤维预浸料的材料指标要求。

[0015] 有益效果

[0016] 本发明提出的一种飞行器泡沫夹芯复合材料舵面成型方法，采用上、下合拢模具和烘箱相结合的工艺取代高成本热压罐成型工艺，同时在蒙皮内部通过填充泡沫来取代传统舵面结构中的肋条和长桁，最后在烘箱中共固化缩短固化周期，降低固化成本。有益效果简化飞机舵面内部结构，实现整体共固化，缩短制造周期，降低制造成本。

附图说明

[0017] 图1:舵面典型结构

[0018] 图2:下合拢模预浸料、泡沫、梁组装

[0019] 图3:下合拢模预浸料铺放工装

[0020] 图4:上合拢模预浸料铺放工装

[0021] 图5:合模

[0022] 图中:1-舵面蒙皮,2-1号U形梁,3-2号U形梁,4-3号U形梁,5-前缘泡沫,6-中间泡沫,7-后缘泡沫,8-下合拢模预浸料蒙皮,9-下合拢模具,10-上合拢模预浸料蒙皮,11-上合拢模具,12-固定长销。

具体实施方式

[0023] 现结合实施例、附图对本发明作进一步描述：

[0024] 结合某飞行器的复合材料泡沫夹芯舵面制造工艺方法进一步的解释说明。

[0025] 第一步，设计加工上合拢模具和下合拢模具。采用UG三维软件设计复合材料泡沫夹芯舵面合拢模具，如图5所示，此合拢模具由两部分构成，分别是上合拢模具11和下合拢模具9。模具采用钢框架或者铸造框架结构，框架式结构主要是为了满足模具在烘箱中的热流场的均匀性；模具合拢后的内腔与需要加工的舵面外形相吻合。

[0026] 第二步，复合材料舵面夹芯泡沫的机械加工。如图1所示，无人机复合材料泡沫夹芯舵面的泡沫夹芯包括前缘泡沫5、中间泡沫6、后缘泡沫7。如图4所示，在烘箱中固化时蒙皮1、第一U形梁2、第二U形梁3、第三U形梁4的复合材料层压板结构的成形压力主要取决于前缘泡沫5、中间泡沫6、后缘泡沫7在加温过程中的膨胀压力，泡沫夹芯外形与理论相比，余量太大，上合拢模具11和下合拢模具9合模时困难，同时，舵面成型后翼形也比较大。余量太小，膨胀压力产生的压力太小，复合材料层压板的性能质量不能保证。本发明中前缘泡沫5、中间泡沫6、后缘泡沫7采用PMI闭孔泡沫，该泡沫是一种刚性发泡材料，具有优异的力学性能，在相同密度下，PMI泡沫的压缩、拉伸、剪切模量和强度最高；同时其具有较高的耐热变形温度，最高的耐热变形温度可以达到 220°C ；该泡沫易于加工，有良好的粘结性能。

[0027] 第三步，清洁上、下合拢模具型面和喷涂脱模剂。用干净棉布蘸取少量酒精或丙酮反复擦洗上合拢模具11型面和下合拢模具9型面，直至表面无油渍、灰尘等外来物，然后自然晾干或用冷、热风吹干模具型面。目前有两类脱模材料，工装脱模布和脱模剂。由于大多数结构的形状相对复杂，脱模布较难贴合形状复杂的模具型面，而脱模剂是液体，所以建议

使用脱模剂而非工装脱模布,本工艺使用聚乙烯醇脱模剂,一般新模具采用蜡-聚乙烯醇复合型脱模剂。涂刷聚乙烯醇脱模剂应严格按工艺规程进行,从而达到喷涂均匀、光滑和无遗漏的目的喷涂完毕后,脱模剂在模具上留下一层很薄的薄层,有点像胶衣层。

[0028] 第四步,铺覆下模碳纤维预浸料。如图2所示,将第一层下模碳纤维预浸料8按照工艺要求铺覆在脱模剂表面,撕去白色背纸,碳纤维预浸料上方撕去的白色背纸是用来防止卷装预浸料层间粘合。铺放第二层碳纤维下模预浸料8,在使用辊子压实之前,确保第二层和第一层对齐,然后用辊子按照模具型面将预浸料辊实,重复多次铺覆下模碳纤维预浸料8,其铺层数量按照工艺要求而定,最后形成预浸料层压板,下预浸料8端面余量铺覆在下合拢模9端面,并且留有一定的余量,为后续的搭接做准备。若要制造更复杂的部件,辊子需要顺着模具的坡度辊,难度会更大。完成铺层后,进行预抽真空的步骤,预抽可以确保移除层间气泡,保证复合材料铺层的稳定性。

[0029] 第五步,夹芯泡沫和梁的组装。如图2所示,下模预浸料8铺覆完成后,将1号U形梁2和前缘泡沫5进行组装,然后胶接在舵面前缘位置;将2号U形梁3、3号U形梁4与中间泡沫6进行组装后胶接在舵面中间位置;最后将填充相应的后缘泡沫7。如图3所示,填充泡沫和梁组装。

[0030] 第六步,将第三步下合拢模具9端面的预留余量预浸料8搭接在前缘泡沫5表面。铺覆上模预浸料。如图4所示,将第一层上模预浸料10按照工艺要求铺覆在脱模剂表面,撕去白色背纸,预浸料上方撕去的白色背纸是用来防止卷装预浸料层间粘合。铺放第二层碳纤维下模预浸料10,在使用辊子压实之前,确保第二层和第一层对齐,然后用辊子按照模具型面将预浸料辊实,重复多次铺覆下模预浸料10,其铺层数量按照工艺要求而定,最后形成预浸料层压板,舵面前缘位置的上模预浸料10留有一定的余量,为模具合拢时舵面下模预浸料8和上模预浸料10在前缘位置搭接做准备。

[0031] 第七步,上、下合拢模具组装。如图4和图5所示,完成上模预浸料10铺覆之后,将上合拢模具11和下合拢模具9进行组装,然后用定位长销12进行固定。

[0032] 第八步,烘箱固化。将合模后的工装送入烘箱按照工艺要求共固化。固化成型过程中温度太低,泡沫夹芯形成膨胀压力不够,复合材料层压板的质量不能保证;温度太高,泡沫夹芯可能会发生软化翘曲变形,也影响舵面成型质量。本工艺中第一升温阶段的升温速率为 $2^{\circ}\text{C}/\text{min}$,升温至 80°C ,保温50min;第二升温阶段升温速率为 $1.5^{\circ}\text{C}/\text{min}$,升温至 120°C ,保温时间60min;然后降温,降温速率为 $1.5^{\circ}\text{C}/\text{min}$,降温至 40°C 。

[0033] 通过以上步骤可以制造出合格的无人机复合材料泡沫夹芯舵面,如图1所示。

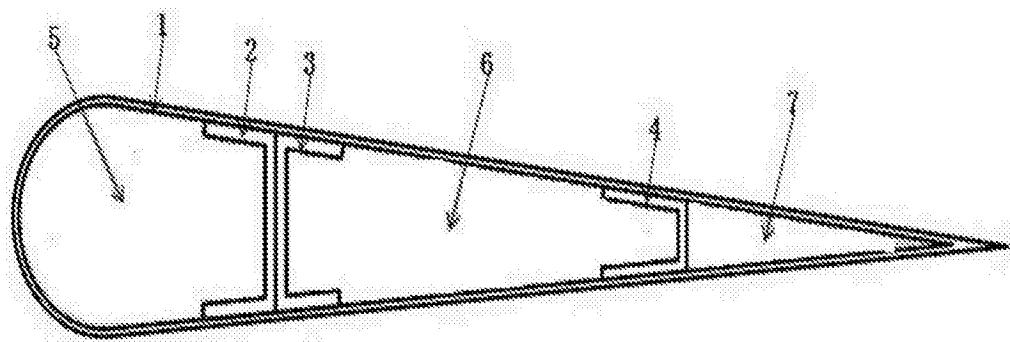


图1

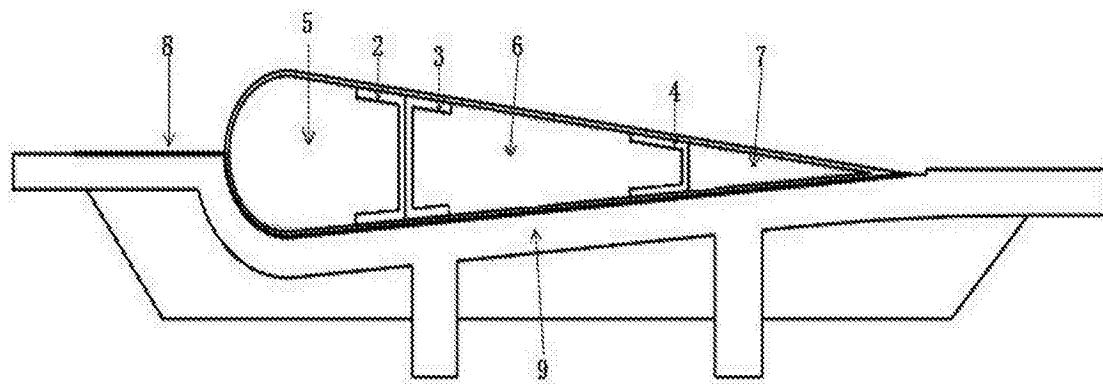


图2

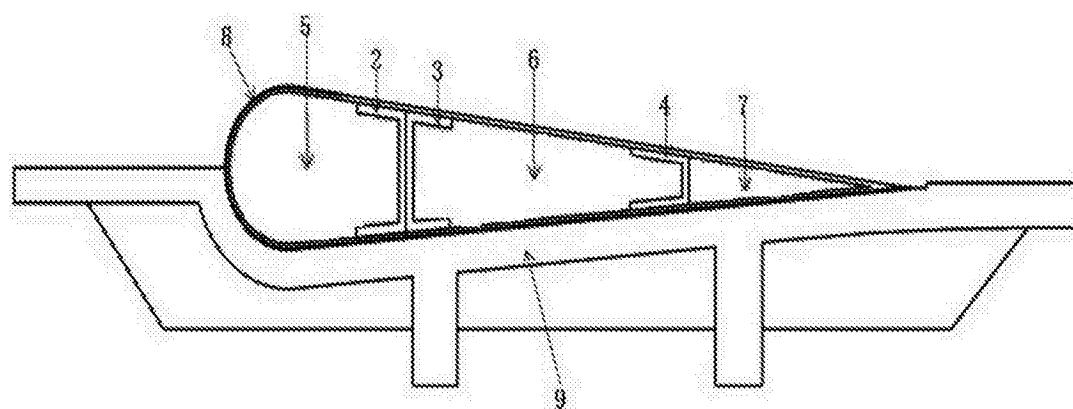


图3

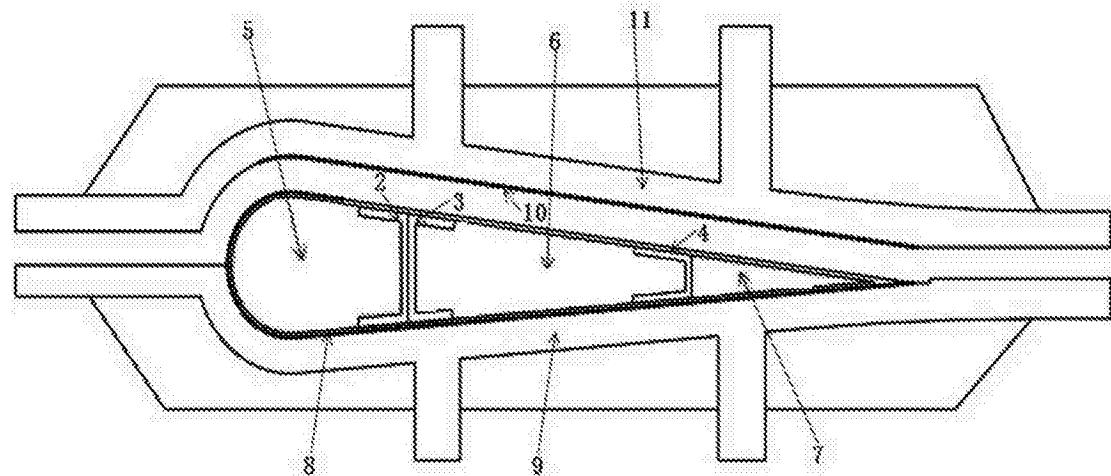


图4

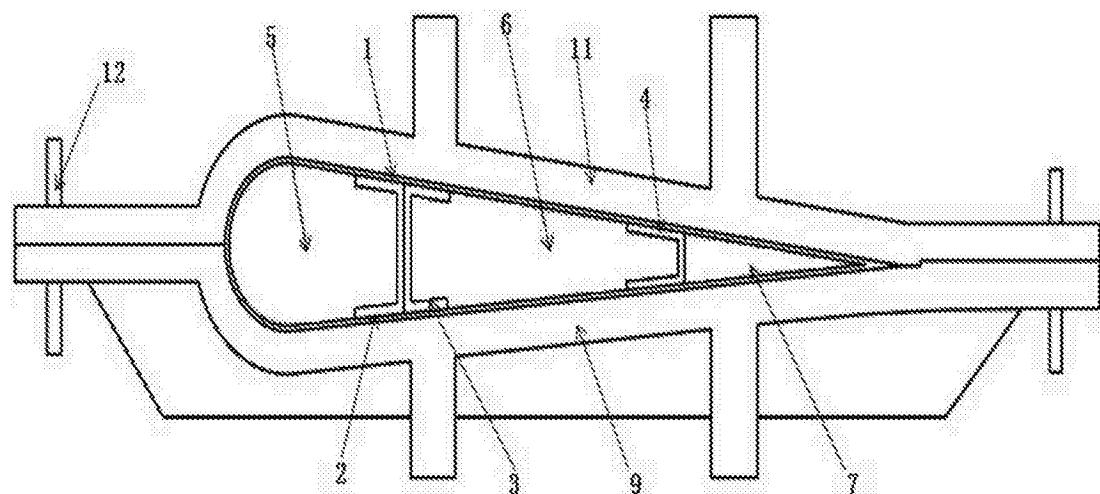


图5