



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106777516 A

(43)申请公布日 2017.05.31

(21)申请号 201611043802.6

(22)申请日 2016.11.11

(71)申请人 吉林大学

地址 130012 吉林省长春市前进大街2699号

(72)发明人 孙霁宇 刘超 潘春祥 吴薇
杜瑞娟 马云海 佟金

(74)专利代理机构 长春市四环专利事务所(普通合伙) 22103

代理人 张建成

(51)Int.Cl.

G06F 17/50(2006.01)

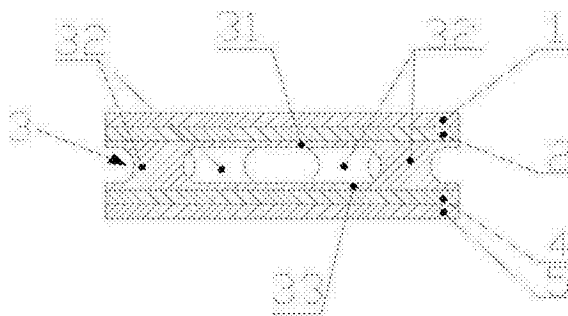
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种仿生复合航空机体结构

(57)摘要

本发明公开了一种仿生复合航空机体结构,包括有第一层面板、第二层面板、柱状结构层、第四层面板、第五层面板,第一层面板、第二层面板、柱状结构层、第四层面板和第五层面板从上至下结合在一起;柱状结构层由上层板、支撑柱以及下层板构成,支撑柱的上下端分别与上层板和下层板连接成一体结构,每100cm²内支撑柱设定数量为六个,六个支撑柱的圆心顺次连接为正六边形。第一层面板、柱状结构层和第五层面板的材质为铝合金7075,第二层面板和第四层面板的材质为高强度玻璃纤维增强树脂材料。由于柱状结构层的存在,整个结构呈中空结构,减小了密度,降低了比重,使机体结构更加轻盈。



1. 一种仿生复合航空机体结构,其特征在于:包括有第一层面板(1)、第二层面板(2)、柱状结构层(3)、第四层面板(4)、第五层面板(5),第一层面板(1)、第二层面板(2)、柱状结构层(3)、第四层面板(4)和第五层面板(5)从上至下结合在一起;柱状结构层(3)由上层板(31)、支撑柱(32)以及下层板(33)构成,支撑柱(32)的上下端分别与上层板(31)和下层板(33)连接成一体结构,每 100cm^2 内支撑柱(32)设定数量为六个,六个支撑柱(32)的圆心顺次连接为正六边形。

2. 根据权利要求1所述的一种仿生复合航空机体结构,其特征在于:所述支撑柱(32)为X型弧形柱,支撑柱(32)的横截面为圆形。

3. 根据权利要求1所述的一种仿生复合航空机体结构,其特征在于:所述第一层面板(1)、柱状结构层(3)和第五层面板(5)的材质为铝合金7075,第二层面板(2)和第四层面板(4)的材质为高强度玻璃纤维增强树脂材料。

4. 根据权利要求1所述的一种仿生复合航空机体结构,其特征在于:所述的第一层面板(1)、第二层面板(2)、第四层面板(4)和第五层面板(5)的厚度为4mm;柱状结构层(3)的上层板(31)和下层板(33)厚度为2mm,支撑柱(32)的高度为10mm。

一种仿生复合航空机体结构

技术领域

[0001] 本发明是指一种新型飞机机体材料,具体是设计了一种仿生复合航空机体结构。

背景技术

[0002] 材料与飞机在互相推动下不断的向前发展,航空材料的研究一直发挥着先导和基础作用。在现代材料科学与技术的发展进程中,航空材料中的机体材料不仅引领飞行器自身的发展,而且也影响和促进着地面交通工具以及空间飞行器的进步。

[0003] 一直以来,飞机机体主要采用高比强度,高比模量,低比重的轻质、高强材料,从而提高飞机的结构效率,减轻飞机自身的结构重量。

[0004] 甲虫角质层中精巧复杂的微纳结构展示出轻质、高强的特性。其鞘翅是由上层、中空层和下层组成,其中鞘翅的中空层是以小柱为支撑的层状复合结构,小柱中的纤维与上下层中的纤维呈钝角且连续地相连,鞘翅中的这种柱状结构可大大提高其抗剥离性能,它的这一结构特性可以很好的应用于飞机机体材料的研究中。

[0005] 虽然复合材料在飞机机体上的已经有相关的研究,但是很少有人从仿生的角度来研究机体材料,因此,设计一种新型的仿生复合航空机体材料将为航空材料的发展提供指导意义。

发明内容

[0006] 本发明受甲虫角质层中微纳结构的启发,提出一种新型的轻质、高强、止裂的仿生复合航空机体结构。

[0007] 本发明的目的在于提供一种用于民用客机机体的仿生复合机体结构,通过这种结构可以提高飞机机体的强度,减轻自身的重量,同时具有止裂的功能。

[0008] 本发明包括有第一层面板、第二层面板、柱状结构层、第四层面板、第五层面板,第一层面板、第二层面板、柱状结构层、第四层面板和第五层面板从上至下结合在一起;柱状结构层由上层板、支撑柱以及下层板构成,支撑柱的上下端分别与上层板和下层板连接成一体结构,每 100cm^2 内支撑柱设定数量为六个,六个支撑柱的圆心顺次连接为正六边形。

[0009] 所述支撑柱为X型弧形柱,支撑柱的横截面为圆形。

[0010] 第一层面板、柱状结构层和第五层面板的材质为铝合金7075,第二层面板和第四层面板的材质为高强度玻璃纤维增强树脂材料。

[0011] 所述的第一层面板、第二层面板、第四层面板和第五层面板的厚度为4mm。柱状结构层的上层板和下层板厚度为2mm,支撑柱的高度为10mm。

[0012] 本发明的有益效果:

[0013] 1. 轻质:由于柱状结构层的存在,整个结构呈中空结构,相比同样的实心结构,减小了密度,降低了比重,使机体结构更加轻盈;

[0014] 2. 高强度:通过对上述力学试验的分析可知,该结构能够很大程度上的增加机体的强度、刚度与承载力;

[0015] 3. 止裂:该结构与材料的选择能有效的防止例如鸟击、雷雨冰雹等给飞机蒙皮带来损伤后的裂纹的扩展,保证内外机舱的大气压相等,并有良好的吸能效果。

附图说明

[0016] 图1为本发明的剖视图。

[0017] 图2为本发明的柱状结构层示意图。

具体实施方式

[0018] 请参阅图1所示,本发明包括有第一层面板1、第二层面板2、柱状结构层3、第四层面板4、第五层面板5,第一层面板1、第二层面板2、柱状结构层3、第四层面板4和第五层面板5从上至下结合在一起;配合图2所示,柱状结构层3由上层板31、支撑柱32以及下层板33构成,支撑柱32的上下端分别与上层板31和下层板33连接成一体结构,每100cm²内支撑柱32设定数量为六个,六个支撑柱32的圆心顺次连接为正六边形。

[0019] 所述支撑柱32为X型弧形柱,支撑柱32的横截面为圆形。

[0020] 第一层面板1、柱状结构层3和第五层面板5的材质为铝合金7075,第二层面板2和第四层面板4的材质为高强度玻璃纤维增强树脂材料;

[0021] 所述的第一层面板1、第二层面板2、第四层面板4和第五层面板5的厚度为4mm。柱状结构层3的上层板31和下层板33厚度为2mm,支撑柱32的高度为10mm。

[0022] 为了更好地了解该本发明的特点,建立了两个对照组,对照组1与本发明的质量相同,对照组2与本发明的厚度相等。

[0023] 利用有限元分析软件ANSYS Workbench对其完成了力学(受压、受剪、三点弯曲)性能的分析以及优化设计的研究。

[0024] 模型受压分析:

[0025] 对上表面施加1MPa的均布载荷,考虑本发明型的自重以及约束下表面的所有自由度。

[0026] 应变方面:本发明上层在压力作用下发生了较大的变形,且最大应变处发生在第二层面板与第一层面板的交界处部分,而下层部分总体变形较小,但第四层面板应变值相对变化较大。第二、第四层面板应变较大的原因主要是这两层材料的弹性模量较小,故变形幅度较大,这样这两层可以更好地起到缓冲变形的作用。两对照组的应变分布情况类似,都是第二、第四层面板的应变较大,且最大应变均出现在第四层面板与相邻两层的交接处,而其他三层应变普遍较小;

[0027] 应力方面:本发明的上层的应力呈环形分布,中间和四角区域应力较小,而中间的环形部分应力较大。两对照组的应力分布情况相似,上层应力呈类似环状分布,中间部分应力较大而四周应力较小,最大应力均发生在最下层的四角处。而试验组的最大应力出现在柱状结构层与上层面的倒角处,且柱状结构层的支撑柱上应力普遍较大,说明柱状结构层的支撑柱承载了起到了支撑与缓解应力的作用。

[0028] 表1仿真分析受压最大应变和应力

[0029]

	试验组	对照组1	对照组2
--	-----	------	------

最大应变	9.16×10^{-3}	6.10×10^{-3}	6.00×10^{-3}
最大应力 (MPa)	105.58	1.86	1.80

[0030] 模型受剪分析:

[0031] 对本发明的第一、第二层面板的侧面施加0.1MPa的水平横向均布载荷,考虑本发明自身的重力以及限制本发明最底面与第四、第五层面板侧面的全部自由度。

[0032] 应变方面:在剪力作用下发生了较大的变形,其中柱状结构层上的应力普遍较大,其承担了主要的剪力,且最大应变发生在距受剪部位最近的支撑柱的下部,而两对照组较大应变主要分布在受剪部位,其他部位的应变普遍较小,最大应变均发生在受剪面上第二层面板与上层的交界处;

[0033] 应力方面:本发明的等效应力图与应变图类似,柱状结构层上有较大的应力分布,且最大应力发生在柱状结构层的下部,两对照组的应力分布情况类似,最大应力均发生在第四层面板被约束面的上部。说明这种结构可以起到良好的吸能、止裂的作用。

[0034] 表2仿真分析受剪最大应变和应力

[0035]

	试验组	对照组1	对照组2
最大应变	5.59×10^{-6}	1.01×10^{-3}	5.79×10^{-4}
最大应力 (MPa)	3.30	1.53	1.12

[0036] 模型三点弯曲分析:

[0037] 在最上面一层的中线上施加200N/m的线压力,考虑模型的自重且对限制最底层两侧边的所有自由度。

[0038] 应变方面:三组模型的等效应变分布图大体相似,均是第二、第四层有较大的应变,最大等效应变均发生在第四层侧边处,总体来说,各层变形情况较为均匀,各层材料的利用率较好。

[0039] 应力方面:模型的上层总线区域与中间层柱状结构区域的应力普遍较大,最大应力出现在靠近侧边的柱状结构下部倒角处;两个对照组的应力分布较为相似,均是每层的中间位置有较大的应力,最大应力都发生在最底层被约束处,显然试验组的最大应力值要大于两个对照组,主要是因为两个对照组各层均为板状,弯曲对其影响较小,而试验组的中间层有支撑柱,支撑柱倒角处是圆形的,对横力弯曲的适应性较差,故产生较大应力。

[0040] 表3仿真分析三点弯曲最大应变和应力

[0041]

	试验组	对照组1	对照组2
最大应变	1.29×10^{-4}	2.01×10^{-5}	1.14×10^{-4}
最大应力 (MPa)	0.77	0.18	0.59

[0042] 模型优化设计:

[0043] 设置优化设计的输入参数为:支撑柱拉伸长度、倒角半径,支撑柱的数目、支撑柱直径;输出参数为模型的质量、最大应变、最大应力。利用Workbench的优化设计模块对模型进行优化设计。总共设计了116组试验,对试验进行求解得出:当支撑柱拉伸的长度为6.26mm,倒角半径为3.08mm,支撑柱数目为6,支撑柱的直径为17.90mm时,三个输出参数均可以取到较小值,其中本发明的质量为0.51kg,最大应变 1.04×10^{-2} ,最大应力为

105.51MPa。说明了这种仿生复合材料能够提高机体的力学性能,降低机体的比重,增强机体的强度,刚度,承载力;同时提高机体的吸能、止裂能力。

[0044] 表4最优输入参数表

[0045]	支撑柱拉伸长度 (P2)/mm	倒角半径 (P3)/mm	支撑柱的数目 (P4)	支撑柱直径 (P5)/mm
	6.26	3.08	6	17.90

[0046] 表5最优输出参数表

[0047]	本发明总质量 (P6)/kg	本发明最大应变 (P7)	本发明最大应力 (P8)/MPa
	0.51	1.04×10^{-2}	105.51

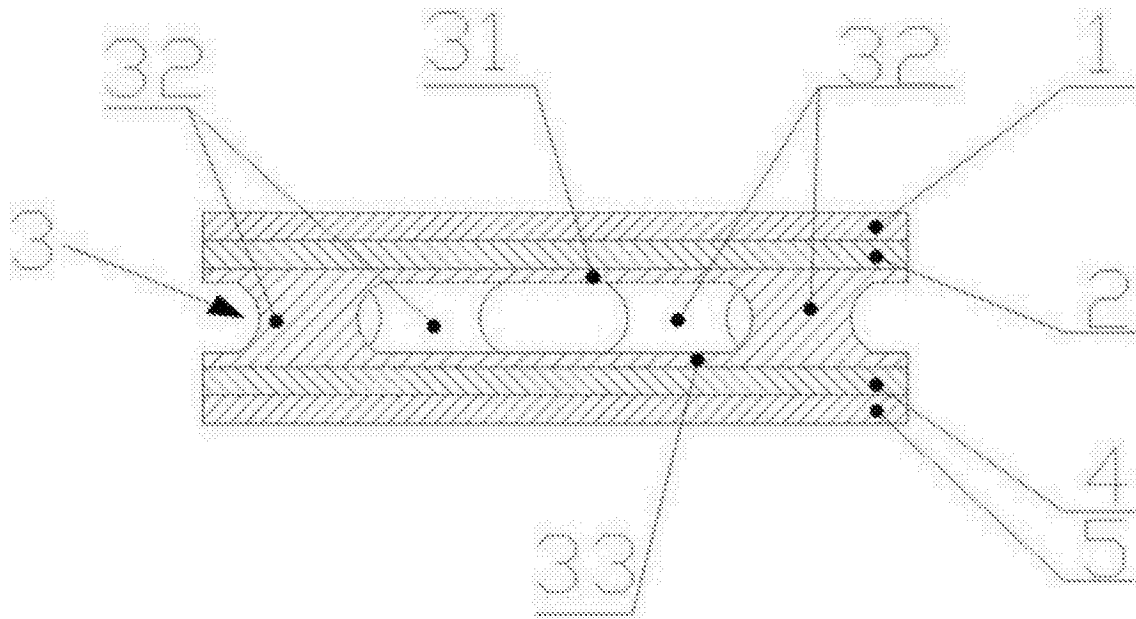


图1

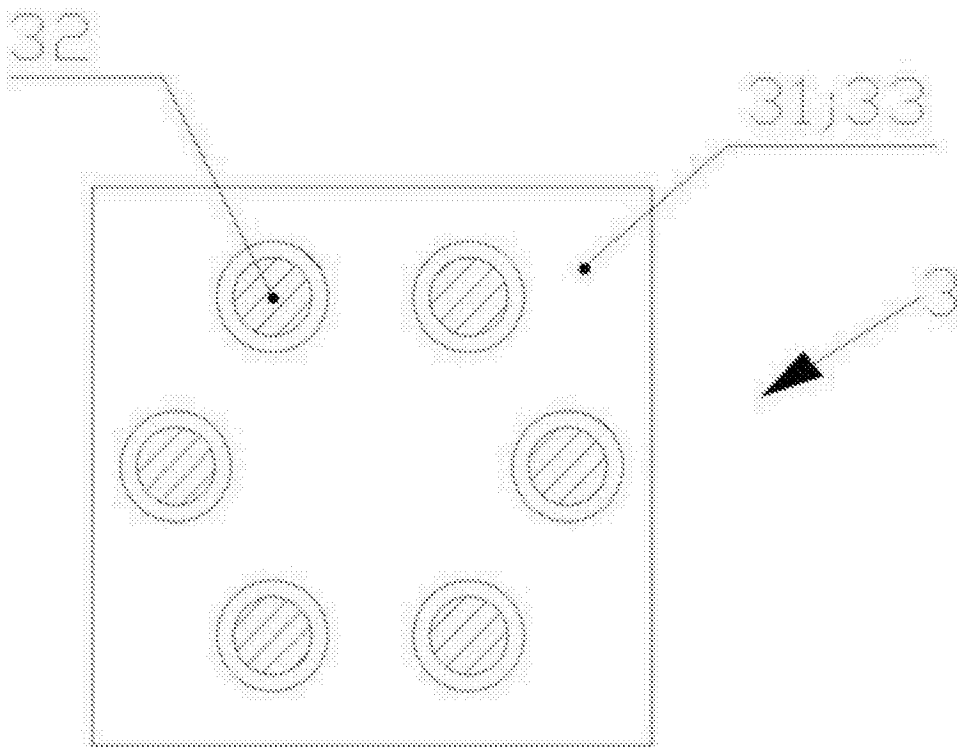


图2