



# (12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 207128360 U

(45)授权公告日 2018.03.23

(21)申请号 201720655261.6

B32B 21/10(2006.01)

(22)申请日 2017.06.07

B32B 9/04(2006.01)

(73)专利权人 国电联合动力技术有限公司

B32B 17/10(2006.01)

地址 100000 北京市海淀区西四环中路16  
号院1号楼8层

B32B 17/06(2006.01)

B32B 27/12(2006.01)

B32B 27/08(2006.01)

(72)发明人 柴红梅 韩锐 李颖

B32B 27/06(2006.01)

(74)专利代理机构 北京方韬法业专利代理事务  
所(普通合伙) 11303

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

代理人 朱丽华

(51)Int.Cl.

B32B 17/02(2006.01)

B32B 9/00(2006.01)

B32B 27/34(2006.01)

B32B 27/30(2006.01)

B32B 27/36(2006.01)

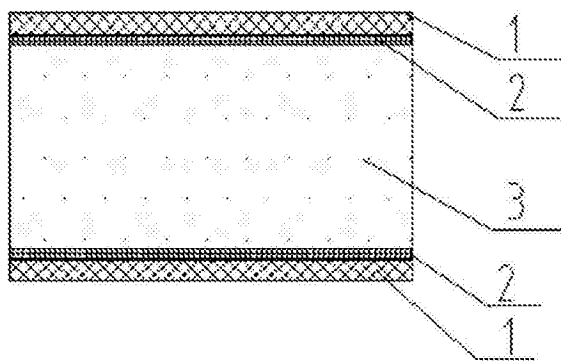
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54)实用新型名称

一种夹芯复合材料

(57)摘要

本实用新型提供了一种夹芯复合材料,包括芯材层和分别设置在芯材层两侧的蒙皮面板层,蒙皮面板层包括纤维预浸料层和纤维织物层,纤维预浸料层紧贴芯材层的两侧设置,纤维织物层设置在纤维预浸料层外侧,蒙皮面板层和芯材层通过与树脂体系复合形成夹芯复合材料。本实用新型的夹芯复合材料,纤维预浸料层可以服帖的铺设在芯材层和纤维织物层上,尤其是大尺寸、大厚度、形状复杂、多曲面的高性能夹芯复合材料,不容易出现浸润不良现象和富树脂现象,而且纤维预浸料浸渍的树脂体系与后续灌注树脂体系会发生共固化反应,各层间的界面性能较好,界面强度较高,在载荷作用下不易发生分层等界面失效现象。



1. 一种夹芯复合材料,包括芯材层和分别设置在所述芯材层两侧的蒙皮面板层,其特征在于,所述蒙皮面板层包括纤维预浸料层和纤维织物层,所述纤维预浸料层紧贴所述芯材层的两侧设置,所述纤维织物层设置在所述纤维预浸料层外侧,所述蒙皮面板层和芯材层通过与树脂体系复合后形成所述夹芯复合材料。

2. 根据权利要求1所述的夹芯复合材料,其特征在于,所述蒙皮面板层中纤维预浸料层的层数为2层以上,所述蒙皮面板层中纤维预浸料层和纤维织物层的层数比为1:1至1:10。

3. 根据权利要求2所述的夹芯复合材料,其特征在于,所述纤维预浸料层采用玻璃纤维预浸料、碳纤维预浸料或芳纶纤维预浸料中的一种或多种。

4. 根据权利要求3所述的夹芯复合材料,其特征在于,所述纤维预浸料层采用平纹织物预浸料、斜纹织物预浸料、缎纹织物预浸料或单向预浸料中的一种或多种。

5. 根据权利要求4所述的夹芯复合材料,其特征在于,所述纤维预浸料层的铺设角度为 $0^{\circ}$ 、 $+45^{\circ}$ 、 $-45^{\circ}$ 或 $90^{\circ}$ 。

6. 根据权利要求2-5任一项所述的夹芯复合材料,其特征在于,所述纤维织物层采用玻璃纤维织物、碳纤维织物或芳纶纤维织物中的一种或多种。

7. 根据权利要求6所述的夹芯复合材料,其特征在于,所述纤维织物层采用平纹织物、斜纹织物、缎纹织物、单轴向织物或多轴向织物中的一种或多种。

8. 根据权利要求7所述的夹芯复合材料,其特征在于,所述纤维织物层的铺设角度为 $0^{\circ}$ 、 $+45^{\circ}$ 、 $-45^{\circ}$ 、 $+60^{\circ}$ 、 $-60^{\circ}$ 或 $90^{\circ}$ 。

9. 根据权利要求1所述的夹芯复合材料,其特征在于,所述芯材层采用聚氯乙烯泡沫、聚对苯二甲酸乙二醇酯泡沫、聚甲基丙烯酸酯亚胺泡沫或轻木。

## 一种夹芯复合材料

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及复合材料技术领域,特别是涉及一种夹芯复合材料。

### 背景技术

[0002] 夹芯复合材料由于具有轻质、高强度、高刚度及可以功能化设计等优点,已被广泛应用于航空航天、交通运输、船舶制造、建筑工程、风电叶片等各个领域。

[0003] 夹芯复合材料一般由三层材料复合得到,即上下蒙皮面板层和中间芯材组成一个结构整体,该结构在大幅降低重量的同时,可提高整体刚度等力学性能。由于夹芯复合材料含多种不同材质材料,因此层间界面性能很重要,界面结构不好,在外载荷作用下,界面处易发生脱粘分层,分层扩展又将导致夹芯复合材料层间剪切、压缩强度等力学性能及承载能力明显降低,会直接影响到夹芯复合材料的整体性能,甚至还会直接导致夹芯复合材料结构的失效,这已成为制约该类材料进一步广泛应用的重要因素之一。目前,现有研究通过面板层设计或模具工艺设计等多种方式进行改进,来提高夹芯复合材料界面浸润效果及其整体性能,但通常不是成本高就是操作繁琐,难以满足要求。

[0004] 中国实用新型专利CN203077713U的说明书中公开了一种多层蜂窝夹芯复合材料,该多层蜂窝夹芯复合材料性能良好,但成本较高,生产工艺的成型效率低,且制品尺寸严重受到热压罐尺寸制约,难以推广应用。

[0005] 中国发明专利CN104097329B公开了一种复合材料泡沫夹芯结构成型中对复合材料泡沫进行树脂灌注预处理的方法,通过对复合材料泡沫进行树脂灌注预处理,在泡沫与面板界面处形成树脂粘接层,然后采用成型工艺制备复合材料泡沫夹芯材料的方法。该方法操作复杂,固化的树脂粘接层与后续织物灌注界面处树脂量较多,界面强度较低,界面性能较差。受力下树脂量多的界面层容易产生裂纹,成为整体破坏的弱区。

[0006] 中国发明专利CN1915650B公开了一种玻璃钢复合材料夹层结构件的真空成型工艺,通过分别预制外层面板、内层面板、芯材层,然后利用粘接剂进行粘接,采用真空工艺固化制备玻璃钢复合材料夹层结构件的方法。该方法需要专门模具、预成型体制备部分需要三道工序,操作繁琐,且粘接剂涂抹厚度均匀性不易控制,粘接效果不易控制。

[0007] 因此,如何创设一种新的夹芯复合材料,使其可设计性较强、界面性能优异且界面强度较高,是本领域技术人员亟待解决的问题。

### 实用新型内容

[0008] 本实用新型要解决的技术问题是提供一种界面性能优异、界面强度较高的夹芯复合材料,以克服现有的夹芯复合材料界面性能较差、界面强度较低的不足。

[0009] 为解决上述技术问题,本实用新型提供了一种夹芯复合材料,包括芯材层和分别设置在所述芯材层两侧的蒙皮面板层,所述蒙皮面板层包括纤维预浸料层和纤维织物层,所述纤维预浸料层紧贴所述芯材层的两侧设置,所述纤维织物层设置在所述纤维预浸料层外侧,所述蒙皮面板层和芯材层通过与树脂体系复合后形成所述夹芯复合材料。

[0010] 作为本实用新型的一种改进,所述蒙皮面板层中纤维预浸料层的层数为2层以上,所述蒙皮面板层中纤维预浸料层和纤维织物层的层数比为1:1至1:10。

[0011] 进一步改进,所述纤维预浸料层采用玻璃纤维预浸料、碳纤维预浸料或芳纶纤维预浸料中的一种或多种。

[0012] 进一步改进,所述纤维预浸料层采用平纹织物预浸料、斜纹织物预浸料、缎纹织物预浸料或单向预浸料中的一种或多种。

[0013] 进一步改进,所述纤维预浸料层的铺设角度为 $0^{\circ}$ 、 $+45^{\circ}$ 、 $-45^{\circ}$ 或 $90^{\circ}$ 。

[0014] 进一步改进,所述纤维织物层采用玻璃纤维织物、碳纤维织物或芳纶纤维织物中的一种或多种。

[0015] 进一步改进,所述纤维织物层采用平纹织物、斜纹织物、缎纹织物、单轴向织物或多轴向织物中的一种或多种。

[0016] 进一步改进,所述纤维织物层的铺设角度为 $0^{\circ}$ 、 $+45^{\circ}$ 、 $-45^{\circ}$ 、 $+60^{\circ}$ 、 $-60^{\circ}$ 或 $90^{\circ}$ 。

[0017] 进一步改进,所述芯材层采用聚氯乙烯泡沫、聚对苯二甲酸乙二醇酯泡沫、聚甲基丙烯酸酯亚胺泡沫或轻木。

[0018] 进一步改进,所述纤维预浸料层的树脂质量含量为30-50%,所述夹芯复合材料的树脂质量含量为25-35%。

[0019] 采用上述的设计后,本实用新型至少具有以下优点:

[0020] 1、该夹芯复合材料的纤维预浸料层可以服帖的铺设在芯材层和纤维织物层上,尤其是大尺寸、大厚度、形状复杂、多曲面的高性能夹芯复合材料,特别是界面处不容易出现浸润不良现象和富树脂现象,而且纤维预浸料树脂体系与后续灌注树脂体系会发生共固化反应,各层间的界面性能较好,界面强度较高,在载荷作用下不易发生分层等界面失效现象。

[0021] 2、通过调整纤维织物层与纤维预浸料层的铺设方式可调节夹芯复合材料的性能,可设计性较强。

## 附图说明

[0022] 上述仅是本实用新型技术方案的概述,为了能够更清楚了解本实用新型的技术手段,以下结合附图与具体实施方式对本实用新型作进一步的详细说明。

[0023] 图1是本实用新型夹芯复合材料的分层结构示意图;

[0024] 其中,1、纤维织物层,2、纤维预浸料层,3、芯材层。

## 具体实施方式

[0025] 如图1所示,本实用新型提供了一种夹芯复合材料,包括芯材层3和分别设置在芯材层3两侧的蒙皮面板层,蒙皮面板层包括纤维预浸料层2和纤维织物层1,纤维预浸料层2紧贴芯材层3的两侧设置,纤维织物层1设置在纤维预浸料层2外侧,蒙皮面板层和芯材层3通过与树脂体系复合后形成夹芯复合材料。

[0026] 具有粘性的纤维预浸料可以服帖的铺设在芯材层3和纤维织物层1上,不容易出现浸润不良现象,尤其适于形状复杂、多曲面的情况,在曲率较大的地方不易富树脂,蒙皮面板层和芯材之间的界面性能好,界面强度较高,在载荷作用下不易发生分层等界面失效现

象。

[0027] 蒙皮面板层中纤维预浸料层2的层数优选为2层以上,纤维预浸料层2和纤维织物层1的层数比可按1:1至1:10的设置。设模具长度方向为 $0^{\circ}$ ,纤维预浸料层2的铺设角度可为 $0^{\circ}$ 、 $+45^{\circ}$ 、 $-45^{\circ}$ 或 $90^{\circ}$ 等任意角度,纤维织物层1的铺设角度也可采用 $0^{\circ}$ 、 $+45^{\circ}$ 、 $-45^{\circ}$ 、 $+60^{\circ}$ 、 $-60^{\circ}$ 或 $90^{\circ}$ 等任意角度。通过调节纤维预浸料层2和纤维织物层1的层数和铺设角度可以调整夹芯复合材料的材料性能,可设计性较强。

[0028] 按材质选择,纤维预浸料层2可采用玻璃纤维预浸料、碳纤维预浸料或芳纶纤维预浸料中的一种或多种;按织物结构选择,纤维预浸料层2可采用平纹织物预浸料、斜纹织物预浸料、缎纹织物预浸料或单向预浸料中的一种或多种。纤维预浸料的树脂质量含量优选为30-50%。

[0029] 按材质选择,纤维织物层1可采用玻璃纤维织物、碳纤维织物或芳纶纤维织物中的一种或多种;按织物结构选择,纤维织物层1可采用平纹织物、斜纹织物、缎纹织物、单轴向织物或多轴向织物中的一种或多种。

[0030] 芯材层3优选闭孔材料,树脂不会进入芯材层3内部,在满足强度的同时可减轻由该夹芯复合材料制成的结构的整体重量。具体的,该芯材层3可采用材质为聚氯乙烯(PVC)泡沫、聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)泡沫、聚甲基丙烯酸酯亚胺(PMI)泡沫等聚合物芯材或轻木等天然生长的轻质材料芯材,芯材层3的密度优选为 $60-250\text{kg}/\text{m}^3$ 。

[0031] 夹芯复合材料的树脂质量含量优选为25-35%,应用于该夹芯复合材料的树脂体系可选择在 $35^{\circ}-70^{\circ}$ 温度下,粘度小于 $300\text{mpa}\cdot\text{s}$ 的树脂体系,可为市售的树脂体系,也可为自制树脂体系,优选和纤维预浸料层2的树脂体系相似或一致且共固化的树脂体系。自制树脂体系包括如下按重量份计的组分:环氧树脂100份、固化剂50-120份、促进剂0.2-2份,其中,环氧树脂可为缩水甘油醚、缩水甘油酯、缩水甘油胺或脂环类环氧树脂,缩水甘油醚类环氧树脂可为E51型环氧树脂和/或E54型环氧树脂;固化剂可为胺类或酸酐类固化剂,其中,酸酐类固化剂可为芳香族酸酐、脂环族酸酐、长链脂肪族酸酐、卤代酸酐或酸酐加成物类固化剂中的一种或多种,具体的可选用甲基四氢苯酐、四氢苯酐、六氢苯酐或邻苯二甲酸酐中的一种或多种;促进剂可选用叔胺类促进剂、咪唑类促进剂、咪唑盐类促进剂或过渡金属有机化合物中的一种或多种,具体的可选用三乙醇胺、二甲基苯胺或DMP30型环氧促进剂中的一种或多种。

[0032] 上述夹芯复合材料的制备方法,包括如下步骤:

[0033] 步骤1) 准备模具:清理模具并在模具上涂抹脱模剂。

[0034] 步骤2) 将纤维织物层1、纤维预浸料层2、芯材层3按预设顺序和铺设角度铺设在模具中,形成中间为芯材层3、紧贴芯材层3的两侧为纤维预浸料层2、更外侧为纤维织物层1的纤维芯材复合铺层结构,也就是首先在模具上铺设纤维织物层1,然后在纤维织物层1上铺设纤维预浸料层2,在纤维预浸料层2上放置芯材层3,然后按照对称原则在芯材层3上相应铺设纤维预浸料层2和纤维织物层1。

[0035] 其中,芯材层3每侧的纤维预浸料层2的层数优选为2层以上,纤维预浸料层2和纤维织物层1的层数比为1:1至1:10;设模具的长度方向为 $0^{\circ}$ ,则纤维预浸料层2的铺设角度可为 $0^{\circ}$ 、 $+45^{\circ}$ 、 $-45^{\circ}$ 或 $90^{\circ}$ 等任意角度,纤维织物层1的铺设角度也可采用 $0^{\circ}$ 、 $+45^{\circ}$ 、 $-45^{\circ}$ 、 $+60^{\circ}$ 、 $-60^{\circ}$ 或 $90^{\circ}$ 等任意角度。

[0036] 步骤3) 向步骤2) 得到的纤维芯材复合铺层结构中灌注树脂体系: 可选用真空灌注成型工艺或树脂传递模塑 (RTM) 成型工艺将树脂体系灌注到纤维芯材复合铺层结构中。

[0037] 当采用真空灌注成型工艺时, 还需在上述的纤维芯材复合铺层结构的上方依次铺设脱模布和导流网, 然后使用单层或双层真空袋膜和密封胶带将纤维芯材复合铺层结构、脱模布、导流网以及模具密封, 同时设置好进胶口和抽气口, 然后在35-70℃温度和真空负压下将树脂体系灌注到纤维芯材复合铺层结构中。

[0038] 当采用RTM成型工艺时, 模具包括阴模和阳模, 步骤2) 中纤维芯材复合铺层结构是铺设在阴模中, 铺设完纤维芯材复合铺层结构后将阴模和阳模合膜, 然后将模具升温至35-70℃, 在压力为0.2-0.8Mpa下, 将树脂体系灌注到纤维芯材复合铺层结构中。

[0039] 步骤4) 固化脱模: 在70-120℃温度下固化5-10h后, 冷却后脱模。

[0040] 以下通过具体实例对本实用新型夹芯复合材料及其制备方法的技术方案做进一步的详细说明, 但不构成对本实用新型的限制或约束。以下实施例所用的各种原料均可以通过商业途径或采用自制获得。

[0041] 芯材: PMI泡沫, 湖南兆恒材料科技有限公司; PVC泡沫, 戴铂新材料(昆山)有限公司;

[0042] 纤维织物和纤维预浸料: 玻璃纤维平纹织物、玻璃纤维双轴织物及玻璃纤维单轴织物及单向碳纤维预浸料, 航天长征睿特科技有限公司;

[0043] 树脂体系: 自制树脂体系或美国瀚森化工RIM135型树脂体系。其中, 自制树脂体系的原材料为: E51型环氧树脂, 巴陵石化; 固化剂为: 液体甲基四氢苯酐, 广州市深创化工有限公司; 促进剂为: DMP-30型环氧促进剂, 广州市业增化工有限公司。

[0044] 实例1:

[0045] 步骤1) 准备模具, 采用RTM成型工艺的模具包括阴模和阳模, 清理模具并在模具上涂抹脱模剂。

[0046] 步骤2) 设单层玻璃纤维平纹织物层为A, 单层单向碳纤维预浸料层为B, PMI泡沫芯材层为C, 在阴模中自下至上的铺设顺序为: A/A/B/B/C/B/B/A/A, 设模具的长度方向为0°, 铺设角度为:  $[(0)/(90)/+45/-45/C]_s$ , 每铺一层, 用辊子铺平, 保证层与层之间铺设平整及均匀, 并保证单向碳纤维预浸料层分别与玻璃纤维织物层和PMI泡沫芯材层粘贴平整。

[0047] 步骤3) 向步骤2) 得到的纤维芯材复合铺层结构中灌注树脂体系: 将阴模和阳模合膜, 在45℃下预热模具0.5h, 然后在0.5Mpa压力下, 采用RTM成型工艺将自制树脂体系灌注到步骤2) 得到的纤维芯材复合铺层结构中。

[0048] 该自制树脂体系的加工工艺为: 在35℃下, 将E51型环氧树脂、液体甲基四氢苯酐固化剂和DMP-30型环氧促进剂按100:75:1.2的质量比进行混合, 混均匀后, 放在真空烘箱或专门脱泡机中脱泡后即可使用。

[0049] 步骤4) 固化冷却后脱模: 在步骤3) 中灌注完成后, 以10℃/小时的升温速率进行升温, 在80℃温度下固化3小时, 在110℃温度下固化4小时后, 冷却到40℃左右后脱模。

[0050] 经过步骤4) 固化冷却后脱模, 即得到本实用新型的夹芯复合材料, 该夹芯材料表面及截面平整、浸胶质量良好, 无气泡及缺胶缺陷。

[0051] 实例2:

[0052] 步骤1) 准备模具: 清理模具并在模具上涂抹脱模剂。

[0053] 步骤2) 本实施例中的纤维织物层1选用玻璃纤维双轴织物层和玻璃纤维单轴织物层。设单层玻璃纤维双轴织物为D, 单层玻璃纤维单轴织物为E, 单层单向碳纤维预浸料为B, PVC泡沫芯材层为C, 在模具中自下至上的铺设顺序为: E/E/D/D/B/B/B/C/B/B/B/D/D/E/E, 设模具的长度方向为 $0^\circ$ , 铺设角度为 $[(0,90)_2/(+45,-45)_2/0/+45_2/C]_s$ 。每铺一层, 用辊子铺平, 保证层与层之间铺设平整及均匀, 并保证单向碳纤维预浸料层分别与玻璃纤维双轴织物和PVC泡沫芯材层粘贴平整。

[0054] 步骤3) 向纤维芯材复合铺层结构中灌注树脂体系: 在步骤2) 中得到的纤维芯材复合铺层结构的上方依次铺设脱模布和导流网, 然后使用单层或双层真空袋膜和密封胶带将纤维芯材复合铺层结构、脱模布、导流网以及模具密封, 同时设置好进胶口和抽气口, 在 $35^\circ\text{C}$ 温度和真空负压下将RIM135型树脂体系灌注到纤维芯材复合铺层结构中。

[0055] 步骤4) 固化冷却后脱模: 在步骤3) 中灌注完成后, 以 $10^\circ\text{C}/\text{小时}$ 的升温速率进行升温, 在 $70^\circ\text{C}$ 温度下固化5-6h后, 冷却到 $40^\circ\text{C}$ 后脱模。

[0056] 经过步骤4) 固化冷却后脱模, 即得到本实用新型的夹芯复合材料, 该夹芯材料表面及截面平整、浸胶质量好, 无气泡及缺胶缺陷。

[0057] 本实用新型的夹芯复合材料界面性能优异、界面强度较高、可设计性较强, 且生产成本较低。

[0058] 以上所述, 仅是本实用新型的较佳实施例而已, 并非对本实用新型作任何形式上的限制, 本领域技术人员利用上述揭示的技术内容做出些许简单修改、等同变化或修饰, 均落在本实用新型的保护范围内。

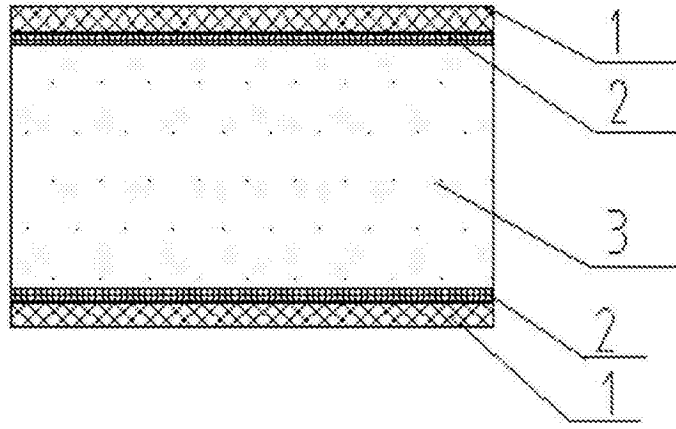


图1