



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107553997 B

(45)授权公告日 2019.11.12

(21)申请号 201710712196.0

(22)申请日 2017.08.18

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 107553997 A

(43)申请公布日 2018.01.09

(73)专利权人 航天材料及工艺研究所

地址 100076 北京市丰台区南大红门路1号

专利权人 中国运载火箭技术研究院

(72)发明人 栾贻浩 张毅 刘千 周宇

樊孟金 凌辉

(74)专利代理机构 中国航天科技专利中心

11009

代理人 范晓毅

(51)Int.Cl.

B32B 9/00(2006.01)

B32B 9/04(2006.01)

B32B 17/04(2006.01)

B32B 17/12(2006.01)

B32B 3/12(2006.01)

B32B 27/02(2006.01)

B32B 27/34(2006.01)

B32B 7/12(2006.01)

B32B 3/08(2006.01)

B61D 17/08(2006.01)

(56)对比文件

CN 105128412 A,2015.12.09,

CN 105500837 A,2016.04.20,

CN 206383959 U,2017.08.08,

CN 205059613 U,2016.03.02,

审查员 甘馨

权利要求书2页 说明书8页 附图3页

(54)发明名称

一种轨道交通车辆车体裙板结构及其成型方法

(57)摘要

本发明实施例提供了一种轨道交通车辆车体裙板结构及其成型方法,属于复合材料结构成型技术领域。所述轨道交通车辆车体裙板结构,包括外蒙皮层、蜂窝芯层、内蒙皮层及支撑框架,蜂窝芯层的上、下表面分别与外蒙皮层和所述内蒙皮层连接,内蒙皮层和蜂窝芯层设有安装槽,支撑框架位于安装槽内且与外蒙皮层连接,外蒙皮层和内蒙皮层为复合材料,支撑框架为金属材料或复合材料。通过将复合材料做成蒙皮层,由蜂窝芯实现内外蒙皮层的弧度统一,保证了大尺寸曲面形状裙板结构的面型精度,通过设置支撑框架,保证了大尺寸裙板结构的力学强度;该结构由于采用复合材料及空心结构使大尺寸裙板结构的重量降低了20%左右,满足车体轻量化要求。



1. 一种轨道交通车辆车体裙板结构,其特征在于,包括外蒙皮层、蜂窝芯层、内蒙皮层及支撑框架,所述蜂窝芯层的上、下表面分别与所述外蒙皮层和所述内蒙皮层连接,所述内蒙皮层和所述蜂窝芯层设有安装槽,所述支撑框架位于所述安装槽内且与所述外蒙皮层连接,所述外蒙皮层和所述内蒙皮层为复合材料,所述支撑框架为复合材料,所述外蒙皮层和所述内蒙皮层均以无卤阻燃环氧树脂、苯并恶嗪树脂或酚醛树脂为树脂基体,以碳纤维、玻璃纤维或有机纤维为增强纤维,所述蜂窝芯层采用体积密度为 $35\sim 100\text{kg/m}^3$ 的芳纶纸蜂窝芯,所述支撑框架包括边框、加强筋和横筋,所述加强筋纵向设置在所述边框内,所述横筋横向设置在所述边框内,所述加强筋和横筋高出内蒙皮层,所述横筋包括泡沫芯和包覆在所述泡沫芯外的复合材料层。

2. 根据权利要求1所述的轨道交通车辆车体裙板结构,其特征在于,所述加强筋带有弧度,所述加强筋和所述横筋的截面均呈方形。

3. 根据权利要求1所述的轨道交通车辆车体裙板结构,其特征在于,所述外蒙皮层厚度为 $0.8\sim 3\text{mm}$;所述蜂窝芯层厚度为 $3\sim 30\text{mm}$;所述内蒙皮层厚度为 $0.5\sim 2.6\text{mm}$ 。

4. 一种轨道交通车辆车体裙板结构的成型方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤1:制作模具和复合材料支撑框架,所述支撑框架包括加强筋和横筋;

步骤2:用第一预浸料在模具上进行铺层,得到待固化的外蒙皮层;

步骤3:在所述外蒙皮层上铺放第一胶膜层;

步骤4:在所述第一胶膜层上铺放所述加强筋和横筋,所述加强筋与横筋纵横交错将所述第一胶膜层分隔成若干个区域;

步骤5:在所述若干个区域内铺放蜂窝芯,形成蜂窝芯层;

步骤6:在所述蜂窝芯层上铺放第二胶膜,并用第二预浸料在所述第二胶膜上铺层,形成待固化的内蒙皮层;

步骤7:固化得到车体裙板结构,所述内蒙皮层和蜂窝芯层形成有安装槽,所述加强筋和横筋高出内蒙皮层;

其中,所述复合材料支撑框架还包括边框,所述加强筋纵向设置在所述边框内,所述横筋横向设置在所述边框内,步骤4中,在所述第一胶膜层上铺放所述加强筋和横筋之前或之后,还包括:

用第五预浸料在所述第一胶膜层上沿四周进行铺层,得到待固化的边框,所述边框、加强筋与横筋将所述第一胶膜层分隔成若干个区域;

所述外蒙皮层和所述内蒙皮层均以无卤阻燃环氧树脂、苯并恶嗪树脂或酚醛树脂为树脂基体,以碳纤维、玻璃纤维或有机纤维为增强纤维,所述蜂窝芯层采用体积密度为 $35\sim 100\text{kg/m}^3$ 的芳纶纸蜂窝芯,所述横筋包括泡沫芯和包覆在所述泡沫芯外的复合材料层。

5. 根据权利要求4所述的轨道交通车辆车体裙板结构的成型方法,其特征在于,步骤1中所述制作复合材料支撑框架,包括:

用第三预浸料在所述模具上进行铺层,固化后得到加强筋块;

对所述加强筋块进行纵向切割,得到加强筋。

6. 根据权利要求4所述的轨道交通车辆车体裙板结构的成型方法,其特征在于,步骤1中所述制作复合材料支撑框架,包括:

用第四预浸料在泡沫芯外表面铺层,得到待固化的横筋;

步骤4中,在所述第一胶膜层上铺放所述待固化的横筋。

7.根据权利要求4所述的轨道交通车辆车体裙板的成型方法,其特征在于,步骤7中,固化后通过紧固件将所述加强筋与所述外蒙皮层进行固定。

8.根据权利要求7所述的轨道交通车辆车体裙板结构的成型方法,其特征在于,步骤4中所述的在所述第一胶膜层上铺放加强筋包括:

在所述第一胶膜层的预设位置铺放总厚度不小于2mm的第六预浸料;

然后在铺放的第六预浸料上铺放第三胶膜层;

在所述第三胶膜层上铺放所述加强筋。

9.根据权利要求8所述的轨道交通车辆车体裙板结构的成型方法,其特征在于,所述第一胶膜层、第二胶膜层及第三胶膜层成分可以相同也可以不同,面密度均为 $200\sim 600\text{g}/\text{m}^2$ 。

一种轨道交通车辆车体裙板结构及其成型方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种轨道交通车辆车体裙板及其成型方法,属于复合材料结构成型工艺技术领域。

背景技术

[0002] 随着轨道交通车辆制造技术的发展,对车体轻量化的需求也越来越迫切,复合材料作为新型轻质高强材料,具有高强度、高模量的同时,具有耐腐蚀、抗疲劳、高疲劳性能、低缺口敏感度以及良好的阻尼性能,可有效地提高车辆运行的安全可靠性及舒适性,若使用复合材料作为车体裙板可满足车体轻量化需求。

[0003] 轨道交通车体裙板,位于车体侧墙下边,由于车体裙板具有一定曲面形状且尺寸较大,因而成型困难,产品制造过程中容易变形,尺寸不稳定,目前车体裙板主要以铝合金材料为主。

[0004] 因此亟需一种复合材料裙板以满足轨道交通车体使用要求。

发明内容

[0005] 针对现有技术中存在的缺陷,本发明提供了一种轨道交通车辆车体裙板结构及其成型方法,通过将复合材料做成蒙皮层,由蜂窝芯实现内外蒙皮层的弧度统一,保证了大尺寸曲面形状裙板结构的面型精度,通过设置支撑框架,保证了大尺寸裙板结构的力学强度;该结构由于采用复合材料及空心结构使大尺寸裙板结构的重量降低了20%左右,满足车体轻量化要求。

[0006] 为实现以上发明目的,本发明包括如下技术方案:

[0007] 一种轨道交通车辆车体裙板结构,包括外蒙皮层、蜂窝芯层、内蒙皮层及支撑框架,所述蜂窝芯层的上、下表面分别与所述外蒙皮层和所述内蒙皮层连接,所述内蒙皮层和所述蜂窝芯层设有安装槽,所述支撑框架位于所述安装槽内且与所述外蒙皮层连接,所述外蒙皮层和所述内蒙皮层为复合材料,所述支撑框架为金属材料或复合材料。

[0008] 在一可选实施例中,所述支撑框架包括边框、加强筋和横筋,所述加强筋纵向设置在所述边框内,所述横筋横向设置在所述边框内。

[0009] 在一可选实施例中,所述加强筋带有弧度,当所述支撑框架为金属材料时,所述加强筋的截面呈T型或工字型,所述横筋的截面呈方形;当所述支撑框架为复合材料时,所述加强筋和所述横筋的截面均呈方形。

[0010] 在一可选实施例中,所述外蒙皮层厚度为0.8~3mm;所述蜂窝芯层厚度为3~30mm;所述内蒙皮层厚度为0.5~2.6mm。

[0011] 在一可选实施例中,所述外蒙皮层和所述内蒙皮层均以无卤阻燃环氧树脂、苯并恶嗪树脂或酚醛树脂为树脂基体,以碳纤维、玻璃纤维或有机纤维为增强纤维;所述蜂窝芯层采用体积密度为35~100kg/m³的芳纶纸蜂窝芯。

[0012] 在一可选实施例中,所述横筋包括泡沫芯和包覆在所述泡沫芯外的复合材料层。

[0013] 一种轨道交通车辆车体裙板结构的成型方法,包括以下步骤:

[0014] 步骤1:制作模具及金属支撑框架;

[0015] 步骤2:用第一预浸料在模具上进行铺层,得到待固化的外蒙皮层;

[0016] 步骤3:在所述外蒙皮层上铺放第一胶膜层,并在所述第一胶膜层上铺放蜂窝芯,形成蜂窝芯层,所述蜂窝芯层上预留有安装槽;

[0017] 步骤4:在所述蜂窝芯层上铺放第二胶膜层,并用第二预浸料在所述第二胶膜层上铺层,形成待固化的内蒙皮层;

[0018] 步骤5:固化得到具有外蒙皮层、蜂窝芯层和内蒙皮层的一体结构;

[0019] 步骤6:将所述支撑框架放置在所述安装槽内,并与所述外蒙皮层连接,得到车体裙板结构。

[0020] 在一可选实施例中,所述第一预浸料和第二预浸料均以无卤阻燃环氧树脂、苯并恶嗪树脂或酚醛树脂为树脂基体,以碳纤维、玻璃纤维或有机纤维为增强纤维;所述第一预浸料和第二预浸料的面密度均为 $150\sim 600\text{g/m}^2$ 。

[0021] 一种轨道交通车辆车体裙板结构的成型方法,包括以下步骤:

[0022] 步骤1:制作模具和复合材料支撑框架,所述支撑框架包括加强筋和横筋;

[0023] 步骤2:用第一预浸料在模具上进行铺层,得到待固化的外蒙皮层;

[0024] 步骤3:在所述外蒙皮层上铺放第一胶膜层;

[0025] 步骤4:在所述第一胶膜层上铺放所述加强筋和横筋,所述加强筋与横筋纵横交错将所述第一胶膜层分隔成若干个区域;

[0026] 步骤5:在所述若干个区域内铺放蜂窝芯,形成蜂窝芯层;

[0027] 步骤6:在所述蜂窝芯层上铺放第二胶膜,并用第二预浸料在所述第二胶膜上铺层,形成待固化的内蒙皮层;

[0028] 步骤7:固化得到车体裙板结构。

[0029] 在一可选实施例中,步骤1中所述制作复合材料支撑框架,包括:

[0030] 用第三预浸料在所述模具上进行铺层,固化后得到加强筋块;

[0031] 对所述加强筋块进行纵向切割,得到加强筋。

[0032] 在一可选实施例中,步骤1中所述制作复合材料支撑框架,包括:

[0033] 用第四预浸料在泡沫芯外表面铺层,得到待固化的横筋;

[0034] 步骤4中,在所述第一胶膜层上铺放所述待固化的横筋。

[0035] 在一可选实施例中,所述复合材料支撑框架还包括边框,步骤4中,在所述第一胶膜层上铺放所述加强筋和横筋之前或之后,还包括:

[0036] 用第五预浸料在所述第一胶膜层上沿四周进行铺层,得到待固化的边框,所述边框、加强筋与横筋将所述第一胶膜层分隔成若干个区域。

[0037] 在一可选实施例中,步骤7中,固化后通过紧固件将所述加强筋与所述外蒙皮层进行固定。

[0038] 在一可选实施例中,步骤4中所述的在所述第一胶膜层上铺放加强筋包括:

[0039] 在所述第一胶膜层的预设位置铺放总厚度不小于2mm的第六预浸料;

[0040] 然后在铺放的第六预浸料上铺放第三胶膜层;

[0041] 在所述第三胶膜层上铺放所述加强筋。

[0042] 在一可选实施例中,所述第一预浸料、第二预浸料、第三预浸料、所述第四预浸料、第五预浸料及第六预浸料可以相同也可以不同,均以无卤阻燃环氧树脂、苯并恶嗪树脂或酚醛树脂为树脂基体,以碳纤维、玻璃纤维或有机纤维为增强纤维;所述第一预浸料、第二预浸料、第三预浸料、所述第四预浸料、第五预浸料及第六预浸料的面密度均为 $150\sim 600\text{g}/\text{m}^2$ 。

[0043] 在一可选实施例中,所述第一胶膜层、第二胶膜层及第三胶膜层成分可以相同也可以不同,面密度均为 $200\sim 600\text{g}/\text{m}^2$;所述蜂窝芯层采用体积密度为 $35\sim 100\text{kg}/\text{m}^3$ 的芳纶纸蜂窝芯。

[0044] 本发明的有益效果为:

[0045] (1) 本发明实施例提供的轨道交通车辆车体裙板结构,通过将复合材料做成蒙皮层,由蜂窝芯实现内外蒙皮层的弧度统一,保证了大尺寸曲面形状裙板结构的面型精度,通过设置支撑框架,保证了大尺寸裙板结构的力学强度;该结构由于采用复合材料及空心结构使大尺寸裙板结构的重量降低了20%左右,满足车体轻量化要求;

[0046] (2) 本发明实施例将外蒙皮层、蜂窝芯层和内蒙皮层一体成型,简化了各层的制作工艺,提高了生产效率、节约了成型时间及成本;

[0047] (3) 采用无卤阻燃预浸料、芳纶纸蜂窝芯材,可以满足轨道交通车辆对防火性能的要求,产品可以满足BS6853的设计要求;

[0048] (4) 预浸料与固化胶层的配合,保证最终一体固化时,力学性能匹配,减少内应力。

附图说明

[0049] 图1为本发明实施例提供了一种轨道交通车辆车体裙板结构剖面示意图;

[0050] 图2为本发明实施例提供了一种轨道交通车辆车体裙板结构背面示意图;

[0051] 图3为本发明实施例提供了一种轨道交通车辆车体裙板结构的局部剖面示意图;

[0052] 图4为本发明实施例提供的另一种轨道交通车辆车体裙板结构的局部剖面示意图;

[0053] 图5为本发明一具体实施例提供的横筋的剖面图;

[0054] 图6为本发明实施例提供的加强筋块示意图;

[0055] 图7为由图6加强筋块沿分割线分割出的加强筋侧视图。

具体实施方式

[0056] 参见图1,本发明实施例提供了一种轨道交通车辆车体裙板结构,包括外蒙皮层1、蜂窝芯层2、内蒙皮层3及支撑框架4,蜂窝芯层2的上、下表面分别与外蒙皮层1和内蒙皮层3连接,内蒙皮层3和蜂窝芯层2设有安装槽,支撑框架4位于所述安装槽内且与外蒙皮层1连接,外蒙皮层1和内蒙皮层3为复合材料,支撑框架4为金属材料或复合材料。

[0057] 具体地,本发明实施例中,支撑框架4可以为网格式框架结构也可以是脊柱型框架,优选网格式框架;安装槽结构与支撑框架结构匹配,如图2所示本发明实施例中,安装槽为纵横交错的网格式槽;支撑框架4与外蒙皮层1可以通过胶粘、紧固件连接等连接形式与外蒙皮层1固定连接;蜂窝芯层2可以为金属材料蜂窝芯也可以为复合材料蜂窝芯,例如为铝蜂窝芯、玻璃钢蜂窝芯或芳纶纸蜂窝芯,优选浸渍有酚醛树脂的芳纶纸蜂窝芯;蜂窝芯层

与外蒙皮层1或内蒙皮层3均可以通过胶粘连接;通过采用无卤阻燃预浸料、芳纶纸蜂窝芯材,可以满足轨道交通车辆对防火性能的要求,产品可以满足BS6853的设计要求;

[0058] 本发明实施例提供的轨道交通车辆车体裙板结构通过将复合材料做成蒙皮层,由蜂窝芯实现内外蒙皮层的弧度统一,保证了大尺寸曲面形状裙板结构的面型精度,通过设置支撑框架,保证了大尺寸裙板结构的力学强度;该结构由于采用复合材料及空心结构使大尺寸裙板结构的重量降低了20%左右,满足车体轻量化要求。

[0059] 在一可选实施例中,参见图2,支撑框架4包括边框41、加强筋42和横筋43,加强筋42纵向设置在边框41内,横筋43横向设置在边框41内。网格状的支撑框架,有利于提高群板的抗冲击、抗弯曲变形能力。在一可选实施例中,加强筋42带有弧度,当支撑框架4为金属材料时,加强筋42的截面呈T型或工字型,横筋43的截面呈长方形或正方形,边框41、加强筋42和横筋43可以通过焊接的方式形成一体结构;如图3所示加强筋42与外蒙皮层1连接面的宽度a优选40-150mm,加强筋42截面高度h优选25-40mm,在提高骨架的整体刚度的同时,保证骨架材料不与车体其它部件干涉。

[0060] 当支撑框架为复合材料时,加强筋42和横筋43的截面均呈方形。如图4所示,加强筋42与外蒙皮层1连接面的宽度a优选40-150mm,高度h优选25-40mm。

[0061] 在一可选实施例中,外蒙皮层1厚度为0.8~3mm;蜂窝芯层2厚度为3~30mm;内蒙皮层3厚度为0.5~2.6mm。

[0062] 在一可选实施例中,外蒙皮层1和内蒙皮层3均以无卤阻燃环氧树脂、苯并恶嗪树脂或酚醛树脂为树脂基体,以碳纤维、玻璃纤维或有机纤维为增强纤维;所述蜂窝芯层采用体积密度为35~100kg/m³的芳纶纸蜂窝芯。在保证裙板强度和刚度的同时减轻整体重量。采用阻燃预浸料,保证产品满足防火剂环保要求。

[0063] 在一可选实施例中,参见图5,横筋43包括泡沫芯431和包覆在泡沫芯431外的复合材料层432;本发明实施例中,复合材料层432以无卤阻燃环氧树脂、苯并恶嗪树脂或酚醛树脂为树脂基体,以碳纤维、玻璃纤维或有机纤维为增强纤维;由于横筋不具有弧度,将横筋设计成泡沫芯包裹复合材料层的结构,在保证横筋的支撑能力的同时,进一步降低了重量。

[0064] 本发明实施例还提供了一种轨道交通车辆车体裙板结构的成型方法,用于制作上述实施例中含有金属支撑框架的车体裙板结构,所述方法包括以下步骤:

[0065] 步骤1:制备模具及金属支撑框架;

[0066] 具体地,根据裙板结构设计型面尺寸,确定模具铺层面型;

[0067] 步骤2:用第一预浸料在模具上进行铺层,得到待固化的外蒙皮层;

[0068] 具体地,步骤2中所述第一预浸料以无卤阻燃环氧树脂、苯并恶嗪树脂或酚醛树脂为树脂基体,以碳纤维、玻璃纤维或有机纤维为增强纤维;所述第一预浸料的面密度均为150~600g/m²,以进一步保证复合材料层间性能,提高复合材料整体力学性能。

[0069] 第一预浸料铺层层数为2~12层,当层数为2~3层时,第一预浸料采用玻璃纤维织物或碳纤维织物作为增强体,纤维织物的面密度为100~200g/m²,如需要的第一预浸料层数为4~12层时,可采用单向带或纤维织物作为增强体;铺层为多个方向,保证材料力学性能均衡;采用适当纤维面密度,保证群板的整体力学性能。

[0070] 步骤3:在所述外蒙皮层上铺放第一胶膜层,并在所述第一胶膜层上铺放蜂窝芯,形成蜂窝芯层,所述蜂窝芯层上预留有安装槽;

[0071] 具体地,本发明实施例中,可以分块铺放蜂窝芯,使各块蜂窝芯之间形成所述安装槽;第一胶膜层优选面密度为 $200\sim 600\text{g}/\text{m}^2$ 的中温固化体系,固化温度为 $120\sim 140^\circ\text{C}$,固化时间为 $60\sim 240\text{min}$,第一胶膜层优选双组份环氧树脂胶黏剂,更优选购买自航天长征睿特科技有限公司的HJT-130、黑龙江石化院的J-47等中温胶膜。上述固化胶层能够与预浸料适配,保证最终一体固化时,力学性能匹配,减少内应力;

[0072] 蜂窝芯层可以为金属材料蜂窝芯也可以为复合材料蜂窝芯,例如为铝蜂窝芯、玻璃钢蜂窝芯或芳纶纸蜂窝芯,优选浸渍有酚醛树脂的芳纶纸蜂窝芯;蜂窝芯层与外蒙皮层或内蒙皮层均可以通过胶粘连接;

[0073] 步骤4:在所述蜂窝芯层上铺放第二胶膜层,并用第二预浸料在所述第二胶膜层上铺层,形成待固化的内蒙皮层;

[0074] 本发明实施例中,所述第二预浸料和第一预浸料可以相同也可以不同,第二预浸料以无卤阻燃环氧树脂、苯并恶嗪树脂或酚醛树脂为树脂基体,以碳纤维、玻璃纤维或有机纤维为增强纤维;所述第一预浸料和第二预浸料的面密度均为 $150\sim 600\text{g}/\text{m}^2$ 。所述第二预浸料和第一预浸料优选为相同预浸料,以保证固化工艺相同,产品力学性能稳定一致。均优选面密度为 $200\sim 300\text{g}/\text{m}^2$ 的预浸料以提高蒙皮整体力学性能。

[0075] 第二胶膜层可以与第一胶膜层相同也可以不同,第二胶膜层优选面密度为 $200\sim 600\text{g}/\text{m}^2$ 的中温固化体系,固化温度为 $120\sim 140^\circ\text{C}$,固化时间为 $60\sim 240\text{min}$ 。第二胶膜层优选与第一胶膜层相同,优选HTJ-130、J-47等中温胶膜。

[0076] 步骤5:固化得到具有外蒙皮层、蜂窝芯层和内蒙皮层的一体结构;

[0077] 具体地,本发明实施例中,固化时,温度为 $120\sim 140^\circ\text{C}$,固化时间为 $60\sim 240\text{min}$,固化压力为 $0.1\sim 0.3\text{Mpa}$;固化结束后,保压降温至 50°C 以下,然后一直抽真空降温至 50°C 以下,以保证产品外形尺寸精确。

[0078] 步骤6:将所述支撑框架放置在所述安装槽内,并与所述外蒙皮层连接,得到车体裙板结构。

[0079] 具体地,本发明实施例中,支撑框架与外蒙皮层可以通过胶粘、紧固件连接等连接形式与外蒙皮层固定连接。优选采用室温固化环氧胶黏剂粘接,胶黏剂固化后的玻璃化转变温度在 80°C 以上。

[0080] 本发明实施例将外蒙皮层、蜂窝芯层和内蒙皮层一体成型,简化了各层的制作工艺,提高了生产效率、节约了成型时间及成本;车体裙板结构通过将复合材料做成蒙皮层,由蜂窝芯实现内外蒙皮层的弧度统一,保证了大尺寸曲面形状裙板结构的面型精度,通过设置支撑框架,保证了大尺寸裙板结构的力学强度;该结构由于采用复合材料及空心结构使大尺寸裙板结构的重量降低了20%左右,满足车体轻量化要求。

[0081] 本发明实施例与结构实施例中含有金属制成框架的车体裙板结构相对应,具体参数及功能详见上述实施例,在此不再赘述。

[0082] 本发明实施例还提供了一种轨道交通车辆车体裙板结构的成型方法,用于制作上述结构实施例中含有复合材料支撑框架的车体裙板结构,所述方法包括以下步骤:

[0083] 步骤1:制作模具和复合材料支撑框架,所述支撑框架包括加强筋和横筋;

[0084] 具体地,根据裙板结构设计型面尺寸,确定模具铺层面型;

[0085] 步骤2:用第一预浸料在模具上进行铺层,得到待固化的外蒙皮层;

[0086] 具体地,步骤2中所述第一预浸料以无卤阻燃环氧树脂、苯并恶嗪树脂或酚醛树脂为树脂基体,以碳纤维、玻璃纤维或有机纤维为增强纤维;所述第一预浸料的面密度为 $150\sim 600\text{g}/\text{m}^2$;优选面密度 $200\sim 300\text{g}/\text{m}^2$,以提高蒙皮整体力学性能。第一预浸料铺层层数优选 $2\sim 12$ 层,当层数为 $2\sim 3$ 层时,第一预浸料采用玻璃纤维织物或碳纤维织物作为增强体,纤维织物的面密度为 $100\sim 200\text{g}/\text{m}^2$,如需要的第一预浸料层数为 $4\sim 12$ 层时,可采用单向带或纤维织物作为增强体;铺层为多个方向,保证材料力学性能均衡;层数较少时,采用面密度较小的预浸料,以保证蒙皮整体刚度及层间性能。

[0087] 步骤3:在所述外蒙皮层上铺放第一胶膜层,并在所述第一胶膜层上铺放加强筋;

[0088] 第一胶膜层优选面密度为 $200\sim 600\text{g}/\text{m}^2$ 的中温固化体系,固化温度为 $120\sim 140^\circ\text{C}$,固化时间为 $60\sim 240\text{min}$,优选HTJ-130、J-47等中温胶膜;

[0089] 步骤4:在所述加强筋上铺放所述横筋,使所述加强筋与横筋纵横交错将所述第一胶膜层分隔成若干个区域;

[0090] 步骤5:在所述若干个区域内铺放蜂窝芯,形成蜂窝芯层;

[0091] 蜂窝芯层可以为金属材料蜂窝芯也可以为复合材料蜂窝芯,例如为铝蜂窝芯、玻璃钢蜂窝芯或芳纶纸蜂窝芯,优选浸渍有酚醛树脂的芳纶纸蜂窝芯;蜂窝芯层与外蒙皮层或内蒙皮层均可以通过胶粘连接;

[0092] 步骤6:在所述蜂窝芯层上铺放第二胶膜,并用第二预浸料在所述第二胶膜上铺层,形成待固化的内蒙皮层;

[0093] 本发明实施例中,所述第二预浸料和第一预浸料可以相同也可以不同,第二预浸料以无卤阻燃环氧树脂、苯并恶嗪树脂或酚醛树脂为树脂基体,以碳纤维、玻璃纤维或有机纤维为增强纤维;所述第一预浸料和第二预浸料的面密度均为 $150\sim 600\text{g}/\text{m}^2$ 。复合材料质地均匀,整体力学性能好。

[0094] 第二胶膜层可以与第一胶膜层形同也可以不同,第二胶膜层优选面密度为 $200\sim 600\text{g}/\text{m}^2$ 的中温固化体系,固化温度为 $120\sim 140^\circ\text{C}$,固化时间为 $60\sim 240\text{min}$,优选HTJ-130、J-47等中温胶膜。

[0095] 步骤7:固化得到车体裙板结构。

[0096] 具体地,本发明实施例中,固化时,温度为 $120\sim 140^\circ\text{C}$,固化时间为 $60\sim 240\text{min}$,固化压力为 $0.1\sim 0.3\text{Mpa}$;固化结束后,保压降温至 50°C 以下,采用本方法,可防止产品变形,提高尺寸精度。本发明实施例将外蒙皮层、蜂窝芯层、内蒙皮层及横筋一体成型,简化了各层的制作工艺,提高了生产效率、节约了成型时间及成本;

[0097] 车体裙板结构通过将复合材料做成蒙皮层,由蜂窝芯实现内外蒙皮层的弧度统一,保证了大尺寸曲面形状裙板结构的面型精度,通过设置复合材料支撑框架,保证了大尺寸裙板结构的力学强度;该结构由于采用复合材料及空心结构使大尺寸裙板结构的重量降低了20%以上,满足车体轻量化要求。

[0098] 在一可选实施例中,参见图6和7,步骤1中所述制作复合材料支撑框架,包括:

[0099] 用第三预浸料在所述模具上进行铺层,固化后得到加强筋块;对所述加强筋块进行纵向切割(图6中c所示为切割线),得到加强筋。上述方法能保证加强筋的外形尺寸精度满足曲面弧度误差在 $\pm 2\text{mm}$ 。

[0100] 具体地,第三预浸料和第一预浸料可以相同也可以不同,第三预浸料以无卤阻燃

环氧树脂、苯并恶嗪树脂或酚醛树脂为树脂基体,以碳纤维、玻璃纤维或有机纤维为增强纤维;第三预浸料的面密度为 $150\sim 600\text{g}/\text{m}^2$,以进一步提高蒙皮的整体力学性能。

[0101] 在一可选实施例中,步骤1中所述制作复合材料支撑框架,包括:

[0102] 用第四预浸料在泡沫芯外表面铺层,得到待固化的横筋;步骤4中,在所述加强筋上铺放所述待固化的横筋。具体地,第四预浸料和第一预浸料可以相同也可以不同,第四预浸料以无卤阻燃环氧树脂、苯并恶嗪树脂或酚醛树脂为树脂基体,以碳纤维、玻璃纤维或有机纤维为增强纤维;所述四预浸料的面密度均为 $150\sim 600\text{g}/\text{m}^2$,以保证横筋的整体刚度,提高裙板的抗变形能力该方法可使横筋与其他结构一同固化,进一步简化了制作工艺,节约了能耗及加工成本。

[0103] 在一可选实施例中,所述复合材料支撑框架还包括边框,步骤4中,在所述加强筋上铺放所述横筋之前或之后,还包括:

[0104] 用第五预浸料在所述第一胶膜层上沿四周进行铺层,得到待固化的边框,所述边框、加强筋与横筋将所述第一胶膜层分隔成若干个区域。

[0105] 具体地,本发明实施例中,边框的厚度不低于蜂窝芯层的厚度,第五预浸料和第一预浸料可以相同也可以不同,第五预浸料以无卤阻燃环氧树脂、苯并恶嗪树脂或酚醛树脂为树脂基体,以碳纤维、玻璃纤维或有机纤维为增强纤维;所述第五预浸料的面密度均为 $150\sim 600\text{g}/\text{m}^2$ 。

[0106] 在一可选实施例中,步骤7中,固化后通过螺钉、螺栓、铆钉等紧固件将所述加强筋与所述外蒙皮层进行固定。通过紧固件连接进一步加强了支撑框架与蒙皮层的连接强度,提高了裙板的使用寿命。

[0107] 在一可选实施例中,如图4所示,步骤3中所述的在所述第一胶膜层上铺放加强筋包括:

[0108] 在所述第一胶膜层的预设位置铺放总厚度不小于2mm的第六预浸料;然后在铺放的第六预浸料上铺放第三胶膜层;在所述第三胶膜层上铺放所述加强筋。通过铺设不小于2mm的第六预浸料,增加了骨架材料的刚度,提高整体粘结力,防止运行过程中出现脱粘的失效。

[0109] 具体地,第六预浸料和第一预浸料可以相同也可以不同,第六预浸料以无卤阻燃环氧树脂、苯并恶嗪树脂或酚醛树脂为树脂基体,以碳纤维、玻璃纤维或有机纤维为增强纤维;所述第六预浸料的面密度均为 $150\sim 600\text{g}/\text{m}^2$ 。

[0110] 本发明实施例与结构实施例中含有复合材料支撑框架的车体裙板结构相对应,具体参数及功能详见上述实施例,在此不再赘述。

[0111] 以下为本发明的一个具体实施例:

[0112] 本发明实施例提供了一种单轨车夹层结构裙板的成型方法,如图1所示,所述夹层结构裙板的总尺寸为 $1400\times 2400\text{mm}$,截面呈弓型,所述方法包括:

[0113] 步骤(一)、根据夹层结构裙板设计尺寸制作模板;

[0114] 步骤(二)、用面密度为 $300\text{g}/\text{m}^2$ 的预浸料在模具上铺层,铺层厚度为40mm,在热压罐中固化,得到加强筋块,将所述加强筋块切割成宽度为80mm的带弧度的加强筋,该步骤中所用预浸料以无卤阻燃环氧树脂作为树脂基体,以密度为 $200\text{g}/\text{m}^2$ 的玻璃布作为增强纤维,复合材料性能满足EN45545标准的HL3等级;所得加强筋共3条,且外形尺寸精度满足曲面弧

度误差 $\pm 1\text{mm}$;

[0115] 步骤(三)、采用面密度为 $200\text{g}/\text{m}^2$ 的预浸料在泡沫芯外表面铺层,铺层厚度为 1.0mm ,得到待固化的横筋,所述蜂窝芯截面边长为 36mm ;该步骤中所用预浸料以无卤阻燃环氧树脂作为树脂基体,以密度为 $200\text{g}/\text{m}^2$ 的玻璃布作为增强纤维,复合材料性能满足EN45545标准的HL3等级;横筋数量为2条为便于横筋铺放,本实施例中每条横筋被裁成4段,相邻的两段横筋通过加强筋连接;

[0116] 步骤(四)、用与步骤(三)相同的预浸料在模具上铺层,铺层层数为8层,室温条件下吸胶两次,压实,得到待固化的外蒙皮层;该步骤中所用预浸料以酚醛树脂作为树脂基体,以密度为 $200\text{g}/\text{m}^2$ 的玻璃布作为增强纤维,复合材料性能满足EN45545标准的HL3等级;

[0117] 步骤(五)、在待固化的外蒙皮上铺一层厚度为 0.3mm 左右的中温固化胶膜层,胶膜面密度为 $400\text{g}/\text{m}^2$,胶膜固化温度为 130°C ,固化时间为 120min ;

[0118] 步骤(六)、在步骤(五)中的中温固化胶膜层上铺放纵向的加强筋,并在纵向加强筋旁边或两加强筋之间铺放待固化的横筋段,在加强筋和横筋外围的中温胶膜层上铺放厚度为 10mm 的预浸料,形成待固化边框,待固化边框、纵向加强筋和横筋将所述中温固化层分隔成等大的12个方形区域;该步骤中所用预浸料以酚醛树脂作为树脂基体,以密度为 $200\text{g}/\text{m}^2$ 的玻璃布作为增强纤维,复合材料性能满足EN45545标准的HL3等级;

[0119] 步骤(七)在各方形区域的中温胶膜上放置芳纶纸蜂窝,形成蜂窝层,选择高度为 8mm 的正六边形蜂窝;

[0120] 步骤(八)、吸胶,将蜂窝层与外蒙皮压实;

[0121] 步骤(九)、在蜂窝层上铺放胶膜,胶膜铺放平整;

[0122] 步骤(十)、在胶膜上铺放预浸料,铺放层数为6层,该步骤中所用预浸料以酚醛树脂作为树脂基体,以密度为 $200\text{g}/\text{m}^2$ 的玻璃布作为增强纤维,复合材料性能满足EN45545标准的HL3等级;

[0123] 步骤(十一)、吸胶,压实;

[0124] 步骤(十二)、采用热压罐固化,固化时间为 180min ,固化压力为 0.2MPa ,固化结束后,保压降温 50°C 以下;

[0125] 步骤(十三)、加工,按照尺寸要求,对外围进行打磨处理,局部处理。

[0126] 步骤(十四)、采用铆钉对支撑支架与主体结构进行联接加强,得到单轨车夹层结构裙板。

[0127] 本发明实施例提供的单轨车夹层结构裙板外蒙皮层厚度为 1.5mm 、蜂窝芯层厚度为 8mm 及内蒙皮层厚度为 1.0mm 。

[0128] 对复合材料耐高低温性能、力学性能、防火性能等进行测试,测试结果为:复合材料平压强度为: 4.0MPa ,蜂窝芯层和梦皮层的剥离强度为: $42\text{N}\cdot\text{mm}/\text{mm}$,根据GB/T17748-2008的规定高低温测试要求, $-40\sim 80^\circ\text{C}$ 范围内,循环50次以上,未发生失效。复合材料蒙皮的拉伸强度为: 430MPa ,弯曲强度为: 468MPa 。

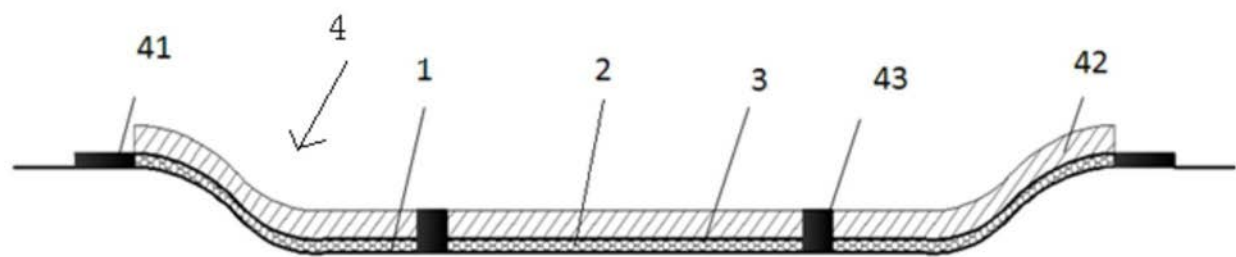


图1

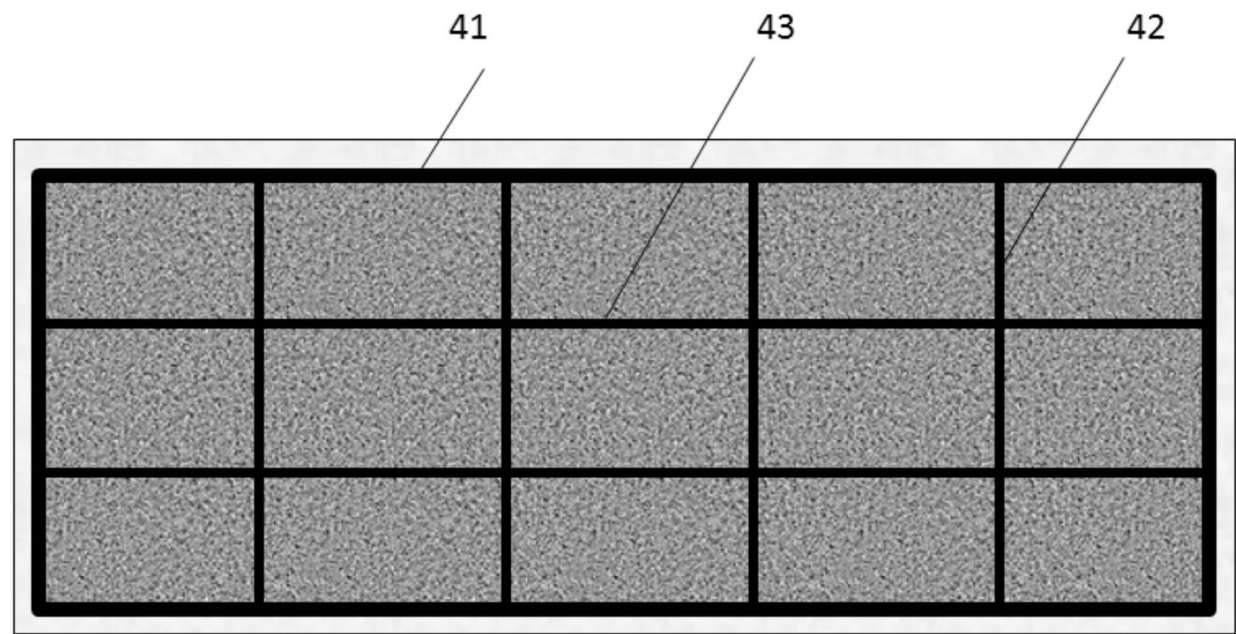


图2

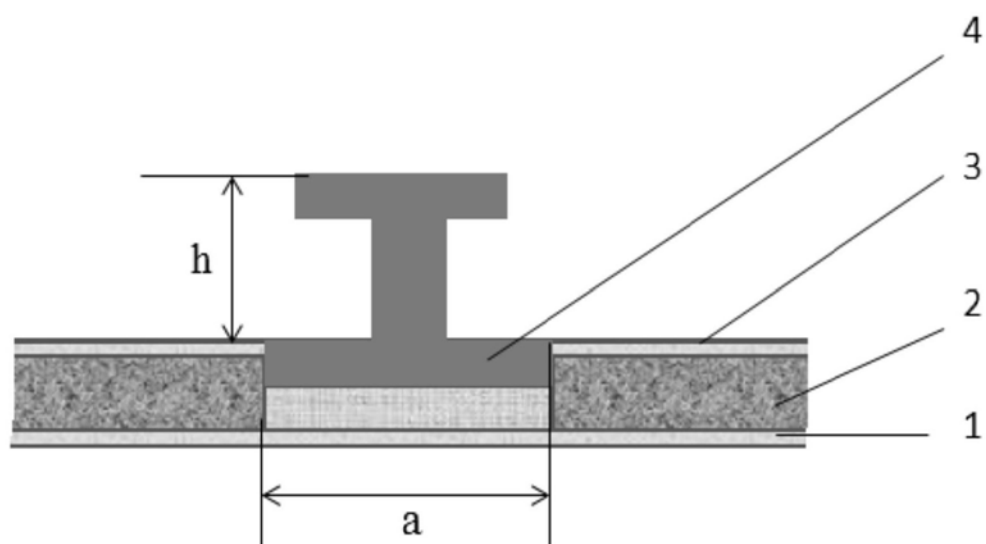


图3

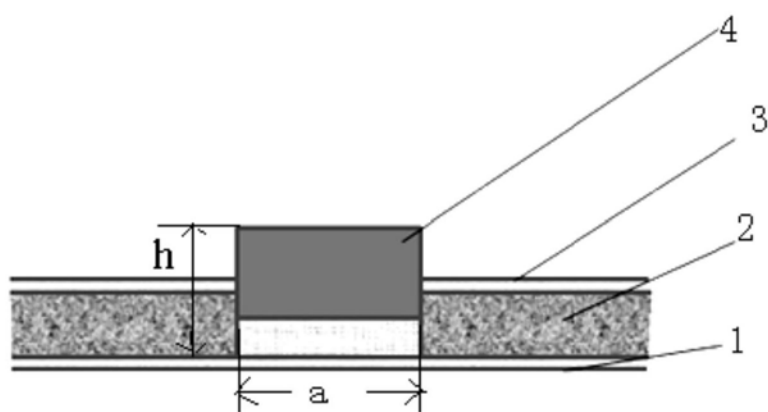


图4

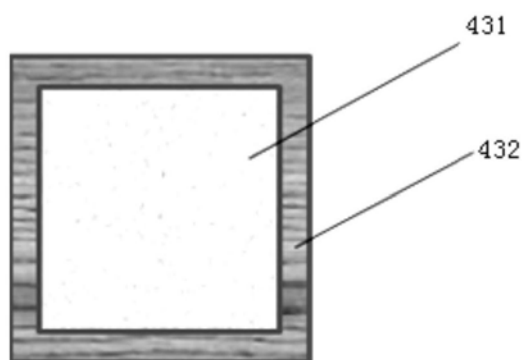


图5

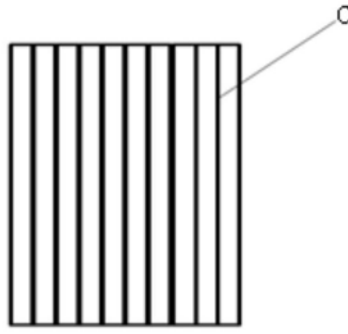


图6



图7