



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106739906 B

(45)授权公告日 2018.03.30

(21)申请号 201611158811.X

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2016.12.15

B60G 11/28(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

审查员 秦龙

申请公布号 CN 106739906 A

(43)申请公布日 2017.05.31

(73)专利权人 吉林大学

地址 130000 吉林省长春市前进大街2699号

(72)发明人 那景新 慕文龙 苏亮 吴长风

王登峰 范以撒 秦国锋 谭伟

贺午阳 刘浩垒

(74)专利代理机构 北京远大卓悦知识产权代理

事务所(普通合伙) 11369

代理人 周明飞

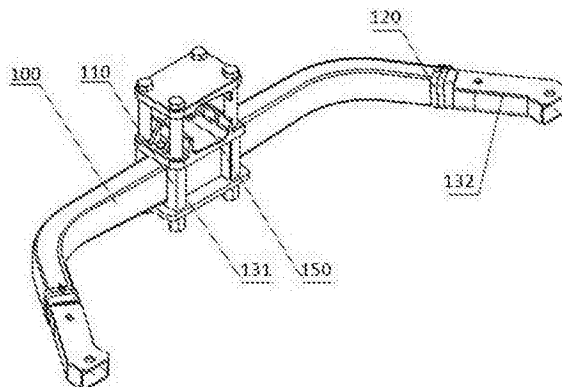
权利要求书1页 说明书7页 附图6页

(54)发明名称

一种碳纤维增强客车空气悬架C形梁结构及其设计方法

(57)摘要

本发明公开了一种碳纤维增强客车空气悬架C形梁装置,包括:主体,其为变截面开口梁结构,在所述开口梁结构的中间空心部分填充泡沫,并且在所述泡沫上表面粘接内层单向碳纤维布,在所述主体外部缠绕粘接外层单向碳纤维布;中部紧固件,其套接在所述主体中部的碳纤维布外侧;端部紧固件,其套接在所述主体端部的碳纤维布外侧。本发明还公开了一种碳纤维增强客车空气悬架C形梁结构的设计方法。



1. 一种碳纤维增强客车空气悬架C形梁结构的设计方法,其特征在于,包括如下步骤:

步骤一、根据客车轮轴的轴荷T,确定C形梁两端空气弹簧安装中心点受力F,

$$F = \frac{1}{4} \cdot T \cdot g \cdot K_d$$

式中,其中g为重力加速度,K_d为动荷系数;

步骤二、确定所述C形梁的长度为L、变截面开口梁的厚度为t、高度为h、宽度为b,施加

所述步骤一中所确定的中心点受力F,根据 $\bar{\alpha} = \frac{\sum_{i=1}^n \alpha_i}{n}$ 得到外层单向碳纤维布相对于C形梁截

线方向的缠绕角度;

$$\text{式中, } \alpha_i = \arccos\left(\frac{\bar{\sigma}_i \cdot \bar{T}_i}{|\bar{\sigma}_i| |\bar{T}_i|}\right), \quad 1 \leq i \leq n, \quad \bar{\sigma}_i (i=1, 2, \dots, n)$$

为确定在任意第i个任意区域中的局部模型的主应力向量, $\bar{T}_i (i=1, 2, \dots, n)$ 为与所述主应力向量同一平面内且过中心处截线切向量,其中,所述截线为垂直于C形梁轴线的截面与C形梁的交线, α_i 为主应力向量 $\bar{\sigma}_i$ 与C形梁截线切向量 \bar{T}_i 的夹角。

一种碳纤维增强客车空气悬架C形梁结构及其设计方法

技术领域

[0001] 本发明涉及客车空气悬架C形梁领域,具体涉及一种碳纤维增强客车空气悬架C形梁结构及其设计方法。

背景技术

[0002] 悬架系统作为汽车底盘的关键部分,对汽车行驶安全可靠性和使用性能有重要影响,也是现代汽车发展的重要研究部分。空气悬架系统由于其具有弹性系数可调、重量轻、行驶平稳、减震性能好等优点,在客车行业的应用越来越广泛。而C形梁作为空气悬架中最关键的部件之一,其中间通过螺栓与车桥固定,两端通过空气弹簧和减震器与客车车架相连,承载着整车的重量。因此合理的设计C形梁结构及其设计方法对于提高空气悬架系统及整车的性能都具有十分重要的意义。

[0003] 目前国内C形梁通常由变截面型钢加工而成,其制造方法主要包括整体铸造和钢板冲压焊接两种。由于客车的C形梁在使用过程中承受较大载荷,因此为了满足强度、刚度及耐久性、可靠性等要求,其体积往往比较大,当完全采用钢作为材料时,会导致单件重量过大,从而影响到整车轻量化,使其动力性和燃油经济性较差。同时C形梁受力情况复杂,既承受拉伸载荷又承受扭转载荷,而传统材料如铸铁、钢等均为各向同性材料,不能够针对受力方向进行增强,不可避免的造成材料浪费,体积重量过大。

[0004] 针对传统C形梁中存在的问题,现基于我国常用客车结构形式,提出一种碳纤维增强客车空气悬架C形梁及其设计方法。

发明内容

[0005] 本发明设计开发了一种碳纤维增强客车空气悬架C形梁结构,本发明的发明目的是解决C形梁能够承受拉伸载荷以及扭转载荷的问题同时,并且达到轻量化。

[0006] 本发明设计开发了一种碳纤维增强客车空气悬架C形梁结构的设计方法,本发明的发明目的是解决碳纤维布在C形梁上的缠绕角度的问题。

[0007] 本发明提供的技术方案为:

[0008] 一种碳纤维增强客车空气悬架C形梁结构,包括:

[0009] 主体,其为变截面开口梁结构,在所述开口梁结构的中间空心部分填充泡沫,并且在所述泡沫上表面粘接内层单向碳纤维布,在所述主体外部缠绕粘接外层单向碳纤维布;

[0010] 中部紧固件,其套接在所述主体中部的碳纤维布外侧;

[0011] 端部紧固件,其套接在所述主体端部的碳纤维布外侧。

[0012] 优选的是,还包括:

[0013] 第一加强板,其与所述中部紧固件可拆卸的连接,并且安装于所述主体的下部;以及

[0014] 车桥安装支座,其与所述中部紧固件可拆卸的连接,并且安装于所述主体的上部。

[0015] 优选的是,还包括:第二加强板,其焊接在所述开口梁结构的两端,所述第二加强

板上设置螺栓孔,其用于连接空气弹簧以及减振器。

[0016] 优选的是,所述中部紧固件包括左套筒以及右套筒;以及

[0017] 所述中部紧固件粘接于所述主体中部的碳纤维布外侧。

[0018] 优选的是,所述端部紧固件包括左U形件以及右U形件,并且所述左U形件以及右U形件通过螺栓连接扣合;以及

[0019] 所述端部紧固件粘接于所述主体端部的碳纤维布外侧。

[0020] 优选的是,沿所述主体的轴线方向,在所述泡沫上表面粘接内层单向碳纤维布,使所述内层单向碳纤维布的径向沿所述轴线方向。

[0021] 优选的是,相邻所述外层单向碳纤维布之间搭接长度至少20mm;以及

[0022] 所述端部紧固件覆盖所述外层碳纤维布宽度至少50mm。

[0023] 优选的是,所述外层单向碳纤维布相对于C形梁截线方向的缠绕角度为 $35^{\circ} \sim 40^{\circ}$ 。

[0024] 一种碳纤维增强客车空气悬架C形梁结构的设计方法,包括如下步骤:

[0025] 步骤一、根据客车轮轴的轴荷 T ,确定C形梁两端空气弹簧安装中心点受力 F ,

$F = \frac{1}{4} \cdot T \cdot g \cdot K_d$ 式中,其中 g 为重力加速度, K_d 为动荷系数;

[0026] 步骤二、确定所述C形梁的长度为 L 、变截面开口梁的厚度为 t 、高度为 h 、宽度为 b ,

施加所述步骤一中所确定的中心点受力 F ,根据 $\bar{\alpha} = \frac{\sum_{i=1}^n \alpha_i}{n}$ 得到外层单向碳纤维布相对于C形

梁截线方向的缠绕角度;

[0027] 式中, $\alpha_i = \arccos\left(\frac{\bar{\sigma}_i \cdot \bar{T}_i}{|\bar{\sigma}_i| |\bar{T}_i|}\right)$, $1 \leq i \leq n$, $\bar{\sigma}_i (i=1, 2, \dots, n)$ 为确定在任意第 i 个任意区域

中的局部模型的主应力向量, $\bar{T}_i (i=1, 2, \dots, n)$ 为与所述主应力向量同一平面内且过中心处截线切向量,其中,所述截线为垂直于C形梁轴线的截面与C形梁的交线, α_i 为主应力向量 $\bar{\sigma}_i$ 与C形梁截线切向量 \bar{T}_i 的夹角。

[0028] 本发明与现有技术相比较所具有的有益效果:

[0029] 1、本发明的碳纤维增强客车空气悬架C形梁与现有C形梁结构相比较,通过在变截面开口梁钢结构中填充结构泡沫材料,并使用碳纤维增强复合材料进行定向增强,实现了在提高承载能力的基础上,同时减小了C形梁整体尺寸,减轻了重量的目的,更有利于实现整车轻量化,从而提高客车的动力性和燃油经济性;

[0030] 2、针对C形梁在客车运行中同时存在弯曲变形和扭转变形的特点,粘接碳纤维布时分为沿C形梁轴向的内层单向碳纤维布和沿扭转载荷方向的外层单向碳纤维布,分别用来抵抗弯曲变形产生的拉力和扭转变形产生的扭矩。不仅更加符合C形梁受力特性,而且充分利用了单向碳纤维布强度主要沿其经向的特点,在提高其承载能力的基础上,实现了定向增强,克服了传统的各向同性材料不能针对主要受力方向进行增强,导致结构尺寸重量过大、材料使用不合理的缺点,保证了碳纤维增强复合材料的有效利用,在降低了生产制造成本的同时也更有利于实现轻量化;

[0031] 3、采用碳纤维增强复合材料粘接技术,避免了传统制造过程中铸造、焊接所造成

的质量问题对C形梁承载能力和可靠性的影响；

[0032] 4、碳纤维布厚度薄，柔软易裁剪，对于形状复杂的结构也能够实现100%粘接，能够有效保证C形梁尺寸精度，同时使其表面光滑平整，有利于提高C形梁的疲劳强度，增加其耐久性；

[0033] 5、本发明所涉及的碳纤维增强客车空气悬架C形梁通过在变截面开口梁中间填充泡沫材料，更有利于吸收冲击载荷，提高悬架抗震能力。

[0034] 6、本发明所设计的碳纤维增强客车空气悬架C形梁结构的设计方法能够简单有效的计算外层单向碳纤维布相对于C形梁截线的缠绕角度，为工程应用给出具有良好可实施性量化的指导，使碳纤维尽可能沿着结构表面受拉伸方向布置，最大限度地发挥碳纤维的定向增强作用。

附图说明

[0035] 图1为本发明所述的纤维增强客车空气悬架C形梁结构示意图。

[0036] 图2为碳纤维增强C形梁主体横截面示意图。

[0037] 图3为变截面开口梁示意图。

[0038] 图4为C形梁中部紧固件示意图。

[0039] 图5为C形梁端部紧固件示意图。

[0040] 图6为碳纤维增强C形梁尺寸及受力示意图。

[0041] 图7为变截面开口梁截面尺寸参数示意图。

[0042] 图8为壳单元主应力向量 $\vec{\sigma}_i$ 与对应C形梁截线切向量 \vec{T}_i 夹角 α_i 示意图。

[0043] 图9为内、外层单向碳纤维布粘接方向及外层单向碳纤维布相对于C形梁截线的缠绕角度示意图。

[0044] 图10为装配完成后的碳纤维增强C形梁示意图。

具体实施方式

[0045] 下面结合附图对本发明做进一步的详细说明，以令本领域技术人员参照说明书文字能够据以实施。

[0046] 本发明提供了一种碳纤维增强客车空气悬架C形梁结构，其具有尺寸小，重量轻，结构简单，承载能力强，同时更符合承载式客车悬架受力特点，能够实现定向增强。

[0047] 如图1所示，本发明提供的C形梁结构主要由碳纤维增强C形梁主体100、C形梁中部紧固件110、C形梁端部紧固件120、第一加强板131、车桥安装支座150、第二加强板132组成。

[0048] 如图2、图3所示，碳纤维增强C形梁主体100由变截面开口梁140、泡沫材料200、内层单向碳纤维布310、外层单向碳纤维布320组成，其中，变截面开口梁140中间空心部分填充泡沫材料200，在泡沫材料200上表面粘接内层单向碳纤维布310，使其经向沿C形梁轴线方向，同时在碳纤维增强C形梁主体100外层表面，从C形梁中部向两端缠绕粘接外层单向碳纤维布320，使其经向沿着由于扭转变形所造成的平均最大拉伸方向。

[0049] 如图4所示，C形梁中部紧固件110由左套筒111、右套筒112组成，左套筒111、右套筒112粘接于碳纤维增强C形梁主体100中部碳纤维增强复合材料外侧，第一加强板131、C形梁中部紧固件110以及车桥安装支座150通过螺栓与碳纤维增强C形梁主体100连接。

[0050] 如图5所示,C形梁端部紧固件120由左U形件121和右U形件122组成,左U形件121和右U形件122粘接于碳纤维增强C形梁主体100端部碳纤维增强复合材料外侧,并通过螺栓123进行连接。

[0051] C形梁中部紧固件110与C形梁端部紧固件120能够对粘接在C形梁上的碳纤维布进行紧固,减少粘接失效导致碳纤维布脱落的风险。同时C形梁中部紧固件110能够对碳纤维增强复合材料进行有效的保护,通过粘接左右套筒,有效改善碳纤维受力情况,能够减少悬架在使用过程中对碳纤维增强复合材料的磨损,从而保证其性能稳定,延长了使用寿命。

[0052] C形梁中部紧固件110、C形梁端部紧固件120分别与碳纤维增强C形梁主体外层的碳纤维增强复合材料通过粘接剂粘接在一起,待固化完成之后,再作为一个整体进行装配。

[0053] 在另一种实施例中,变截面开口梁140采用冲压的方法加工而成。

[0054] 在另一种实施例中,泡沫材料200为结构泡沫材料,具有密度小、强度高的特点,作为变截面开口梁140中间空心部位的填充材料,不仅易于加工成型,而且能够减轻总体质量、承受一定的载荷,同时可以有效的粘接碳纤维布。

[0055] 在另一种实施例中,碳纤维布为单向碳纤维布,在经向上具有大量的碳纤维丝,在纬向只有少量并且通常是细的碳纤维丝,经向方向上的抗拉强度远大于纬向方向上的抗拉强度。

[0056] 在另一种实施例中,第二加强板132焊接在变截面开口梁两端,其上开有螺栓孔,用以连接空气弹簧和减震器。

[0057] 在另一种实施例中,变截面开口梁140、C形梁中部紧固件110与C形梁端部紧固件120粘接表面需进行滚花处理,保证其与碳纤维布的有效粘接。

[0058] 在另一种实施例中,为了保证C形梁端部紧固件120的紧固作用,左U形件121和右U形件122覆盖碳纤维布的宽度应保证在50mm以上。

[0059] 在另一种实施例中,为了提高碳纤维布的粘接效果,相邻外层单向碳纤维布之间的搭接长度应保证在20mm以上。

[0060] 在另一种实施例中,所述外层单向碳纤维布相对于C形梁截线方向的缠绕角度为 $35^{\circ} \sim 40^{\circ}$ 。

[0061] 实施例1

[0062] 本发明还公开了一种碳纤维增强客车空气悬架C形梁结构的设计方法,包括如下步骤:

[0063] 步骤一、确定工作载荷;根据客车运行工况中轮轴的轴荷T,确定C形梁两端空气弹簧安装中心点受力F,F根据如下公式计算得出:

[0064] $F = \frac{1}{4} \cdot T \cdot g \cdot K_d$; 式中,其中g为重力加速度, K_d 为动荷系数;并且由受力分析可知,C

形梁主要承受拉伸载荷和扭转载荷;

[0065] 步骤二、初选所述C形梁的长度为L、变截面开口梁的厚度为t、高度为h、宽度为b,C形梁尺寸及受力示意图如图6所示、变截面开口梁截面尺寸参数示意图如图7所示,按照C形梁相关尺寸,建立模型,施加所述步骤一中所确定的力F以及C形梁实际边界,进行分析计算主应力大小及方向;

[0066] 步骤三、确定在任意第i个任意区域中的局部模型的坐标系下主应力向量

$\vec{\sigma}_i (i=1,2,\dots,n)$, 其中, n 为所划分的区域数量, $\vec{\sigma}_i$ 在区域内局部坐标系 xy 平面内;

[0067] 步骤四、确定C形梁外表面截线; 做垂直于C形梁轴线的截面, 与C形梁相交形成若干截线;

[0068] 步骤五、在步骤三中的区域内的中心 O 处截线切向量为 $\vec{T}_i (i=1,2,\dots,n)$, 定义在 xy 平面内, 计算主应力向量 $\vec{\sigma}_i$ 与对应C形梁截线切向量 \vec{T}_i 夹角为 $\alpha_i (i=1,2,\dots,n)$, 则

$$\alpha_i = \arccos\left(\frac{\vec{\sigma}_i \cdot \vec{T}_i}{|\vec{\sigma}_i| |\vec{T}_i|}\right);$$

[0069] 步骤六、确定外层单向碳纤维布相对于C形梁截线的缠绕角度; 由于不同区域的主应力向量与C形梁表面截线之间夹角并不完全一致, 因此计算所有夹角的平均值, 并将其作为外层单向碳纤维布相对于C形梁截线的缠绕角度。 α_i 的平均值 $\bar{\alpha}$ 为

$$[0070] \quad \bar{\alpha} = \frac{\sum_{i=1}^n \alpha_i}{n} \quad 1 \leq i \leq n$$

[0071] $\bar{\alpha}$ 即为外层单向碳纤维布相对于C形梁截线的缠绕角度, n 为所划分的区域数量, 如图9所示, 为内、外层单向碳纤维布粘接方向及外层单向碳纤维布相对于C形梁截线的缠绕角度示意图。

[0072] 结合附图, 以某款12长公路客车为例, 对本发明所涉及的碳纤维增强客车空气悬架C形梁结构及其设计方法作进一步详细描述。

[0073] 针对本实施例所选的公路客车, 计算C形梁空气弹簧安装中心点受力 F , 其方向竖直向下, F 大小由如下公式计算: $F = \frac{1}{4} \cdot T \cdot g \cdot K_d$, 在实际运行工况下, 客车后轮轮轴轴荷 T 为

15t, 动荷系数 K_d 为 2.5, 重力加速度 $g = 9.8 \text{ N/Kg}$, 带入得 $F = 91.88 \text{ KN}$, C形梁相关尺寸参数分别为 $L = 1740 \text{ mm}$, $b = 90 \text{ mm}$, $h = 140 \text{ mm}$, $t = 5 \text{ mm}$, 基于以上尺寸, 通过建立C形梁局部模型, 然后施加载荷 F 以及C形梁实际边界条件, 进行分析, 并计算主应力大小及方向; 本实施例中, 所采用单向碳纤维布是由 100%, 12k 单向小丝束碳纤维加工而成, 每平方米克重为 300 g/m^2 , 单层厚度为 0.167 mm , 宽度为 150 mm , 其抗拉强度为 3400 MPa , 弹性模量为 240 GPa ; 基于计算结果, 提取每个区域主应力向量, 做若干垂直于C形梁轴线的截面, 与C形梁外表面相交形成若干截线, 并计算主应力向量与过区域中心截线切向量之间的夹角, 从而确定外层单向碳纤维布相对于C形梁截线缠绕角度 $\bar{\alpha} = 38^\circ$ 。

[0074] 实施例2

[0075] 本发明还公开了一种碳纤维增强客车空气悬架C形梁结构的设计方法, 包括如下步骤:

[0076] 步骤一、确定工作载荷。根据客车实际运行工况中轮轴的轴荷 T , 确定C形梁两端空气弹簧安装中心点受力 F , F 根据如下公式计算: $F = \frac{1}{4} \cdot T \cdot g \cdot K_d$; 其中, g 为重力加速度, K_d 为

动荷系数; 由受力分析可知, C形梁主要承受拉伸载荷和扭转载荷;

[0077] 步骤二、建立有限元模型, 计算单元主应力大小及方向。初选C形梁长度 L 、变截面

开口梁厚度 t 、高度 h 、宽度 b 。C形梁尺寸及受力示意图如图6所示、变截面开口梁截面尺寸参数示意图如图7所示,按照C形梁相关尺寸,建立有限元模型,施加步骤一中所确定的力 F 以及C形梁实际边界条件,进行仿真分析,计算单元主应力大小及方向。

[0078] 步骤三、提取单元主应力向量;通过有限元仿真软件,提取第 i 个壳单元在壳单元局部坐标系下主应力向量 $\vec{\sigma}_i(i=1,2,\dots,n)$,其中, n 为所划分的壳单元总数, $\vec{\sigma}_i$ 在壳单元局部坐标系 xy 平面内;

[0079] 步骤四、确定C形梁外表面截线;做垂直于C形梁轴线的截面,与C形梁外表面相交形成若干截线;

[0080] 步骤五、计算单元主应力向量与过单元中心C形梁截线之间夹角;如图8所示,在单元中心 O 点处截线切向量为 $\vec{T}_i(i=1,2,\dots,n)$,定义在 xy 平面内,主应力向量 $\vec{\sigma}_i$ 与对应C形梁

截线切向量 \vec{T}_i 夹角为 $\alpha_i(i=1,2,\dots,n)$,则 α_i 为 $\alpha_i = \arccos\left(\frac{\vec{\sigma}_i \cdot \vec{T}_i}{|\vec{\sigma}_i| |\vec{T}_i|}\right)$, $1 \leq i \leq n$, n 为所划分的

壳单元总数;

[0081] 步骤六、确定外层单向碳纤维布相对于C形梁截线的缠绕角度;由于不同单元的主应力向量与C形梁表面截线之间夹角并不完全一致,因此计算所有夹角的平均值,并将其作

为外层单向碳纤维布相对于C形梁截线的缠绕角度。 α_i 的平均值 $\bar{\alpha}$ 为 $\bar{\alpha} = \frac{\sum_{i=1}^n \alpha_i}{n}$, $1 \leq i \leq n$, $\bar{\alpha}$

即为外层单向碳纤维布相对于C形梁截线的缠绕角度, n 为所划分的壳单元总数,如图9所示为内、外层单向碳纤维布粘接方向及外层单向碳纤维布相对于C形梁截线的缠绕角度示意图。

[0082] 结合附图,以某款12长公路客车为例,对本发明所涉及的碳纤维增强客车空气悬架C形梁结构及其设计方法作进一步详细描述。

[0083] 针对本实施例所选的公路客车,计算C形梁空气弹簧安装中心点受力 F ,其方向竖直向下。 F 大小由如下公式计算:

$$[0084] \quad F = \frac{1}{4} \cdot T \cdot g \cdot K_d;$$

[0085] 在实际运行工况下,客车后轮轮轴轴荷 T 为15t,动荷系数 K_d 为2.5,重力加速度 $g=9.8\text{N/Kg}$,带入得 $F=91.88\text{KN}$,C形梁相关尺寸参数分别为 $L=1740\text{mm}$, $b=90\text{mm}$, $h=140\text{mm}$, $t=5\text{mm}$ 。基于以上尺寸,通过有限元软件建立C形梁有限元模型,然后施加载荷 F 以及C形梁实际边界条件,进行仿真分析,并计算单元主应力大小及方向。本实施例中所采用单向碳纤维布是由100%,12k单向小丝束碳纤维加工而成,每平方米克重为 300g/m^2 ,单层厚度为 0.167mm ,宽度为 150mm ,其抗拉强度为 3400MPa ,弹性模量为 240GPa 。

[0086] 基于有限元软件计算结果,提取每个壳单元主应力向量,做若干垂直于C形梁轴线的截面,与C形梁外表面相交形成若干截线,并计算主应力向量与过单元中心截线切向量之间的夹角,从而确定外层单向碳纤维布相对于C形梁截线缠绕角度 $\bar{\alpha}=38^\circ$ 。

[0087] 在本实施例中,所采用仿真软件为HyperMesh、Patran2010&Nastran2010,编程软

件为Compaq Visual Fortran 6.6,操作系统为Windows。

[0088] 如图1~10所示,根据本发明的C形梁结构及其设计方法,本发明提供了一种具体的操作过程,包括如下步骤:

[0089] 步骤a、对冲压好的变截面开口梁140、左套筒111、右套筒112、左U形件121以及右U形件122的粘接表面进行滚花处理,增加其表面粗糙度,便于和碳纤维布有效粘接,将粗化处理后的零件清洗干净并进行干燥;

[0090] 步骤b、在变截面开口梁140内表面涂抹粘接剂,并将一定形状的泡沫材料200填充于变截面开口梁内部;

[0091] 步骤c、把按图纸尺寸裁好的单向碳纤维布粘接于变截面开口梁140上端开口处的泡沫材料200表面,并进行固化;

[0092] 步骤d、待内层单向碳纤维布310基本固化,具有一定的硬度之后,沿相对于C形梁截线 38° 缠绕粘接外层单向碳纤维布320,相邻两层碳纤维布搭接长度为30mm;

[0093] 步骤e、将粘接好碳纤维增强复合材料的C形梁主体100进行固化,固化完成后并对其表面进行打磨抛光;

[0094] 步骤f、将C形梁中部紧固件110中的左套筒111、右套筒112以及C形梁端部紧固件120中的左U形件121、右U形件122粘接表面涂刷粘接胶,并粘接在C形梁主体100的相应位置,为了保证C形梁端部紧固件120的紧固作用,左U形件121以及右U形件122覆盖碳纤维布的宽度为60mm,待固化一段时间之后,将C形梁端部紧固件左右U形件用螺栓紧固,完成与空气弹簧、减震器、车桥等装配,装配完成后的C形梁主体结构如图10所示。

[0095] 尽管本发明的实施方案已公开如上,但其并不仅仅限于说明书和实施方式中所列运用,它完全可以被适用于各种适合本发明的领域,对于熟悉本领域的人员而言,可容易地实现另外的修改,因此在不背离权利要求及等同范围所限定的一般概念下,本发明并不限于特定的细节和这里示出与描述的图例。

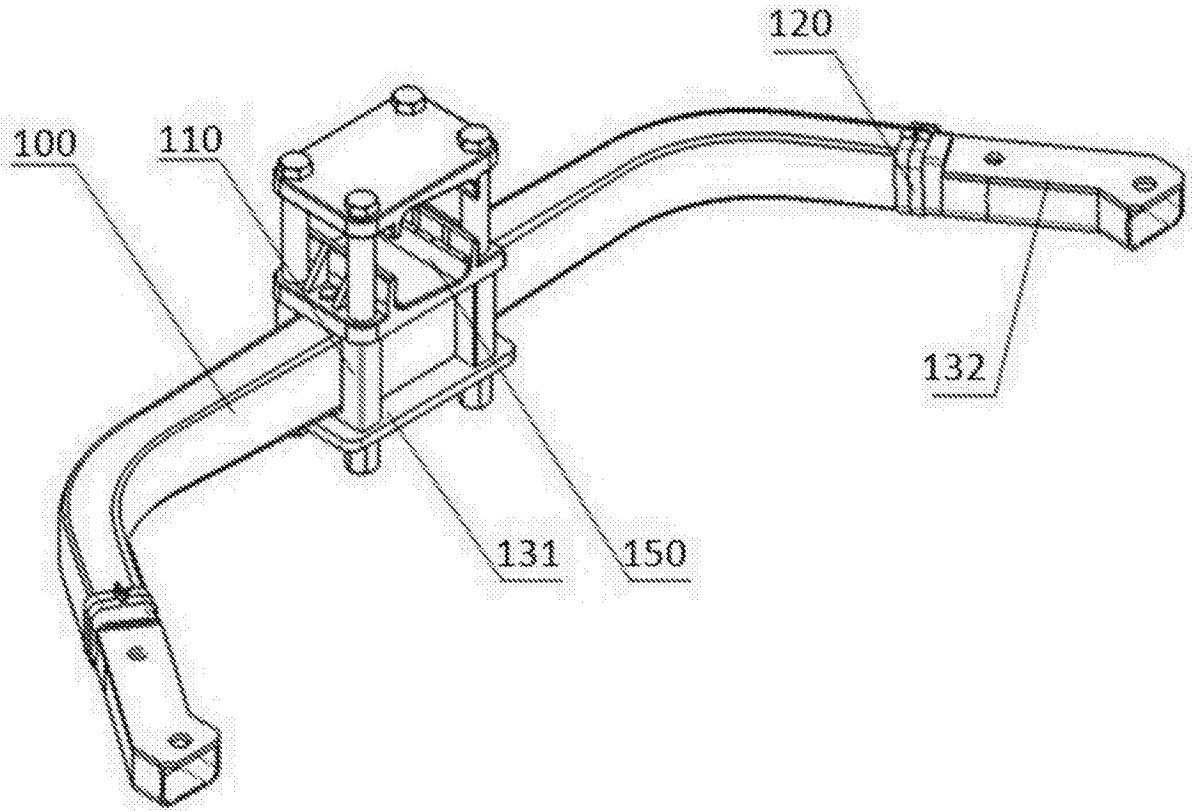


图1

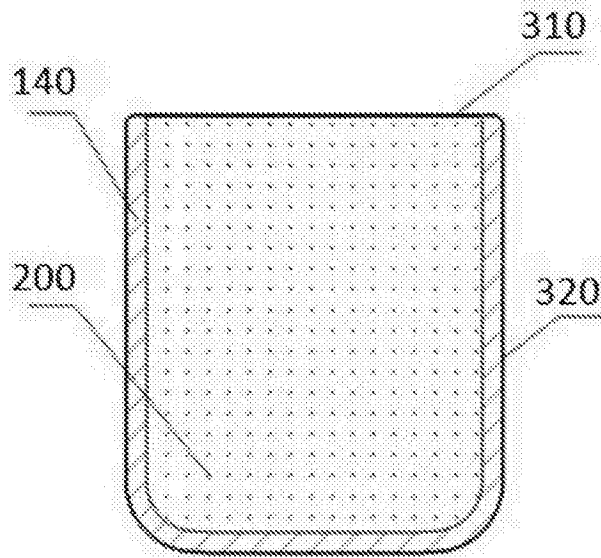


图2

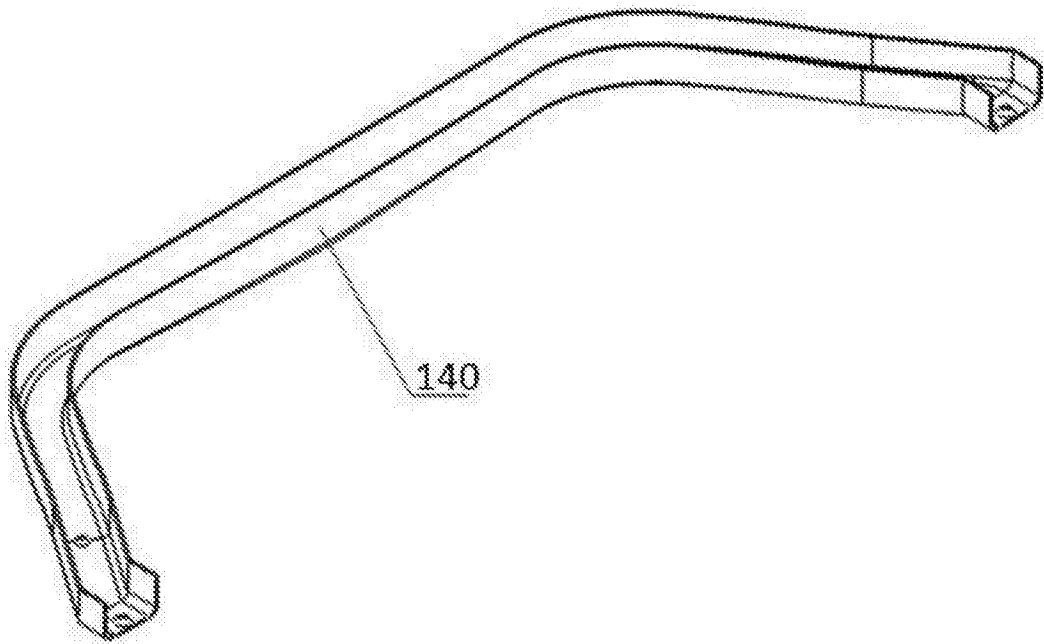


图3

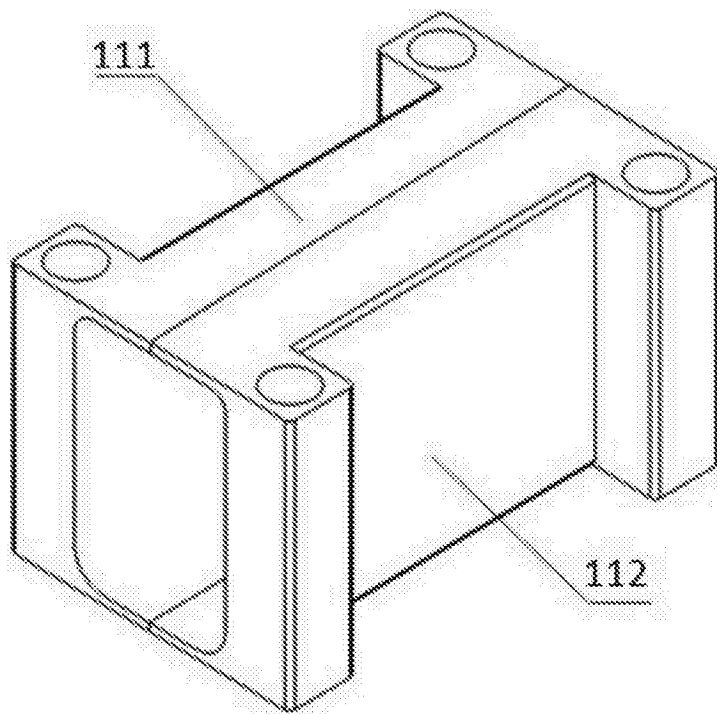


图4

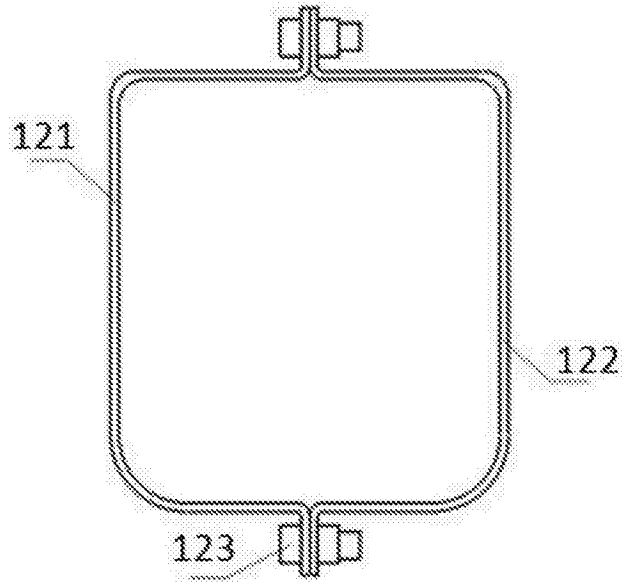


图5

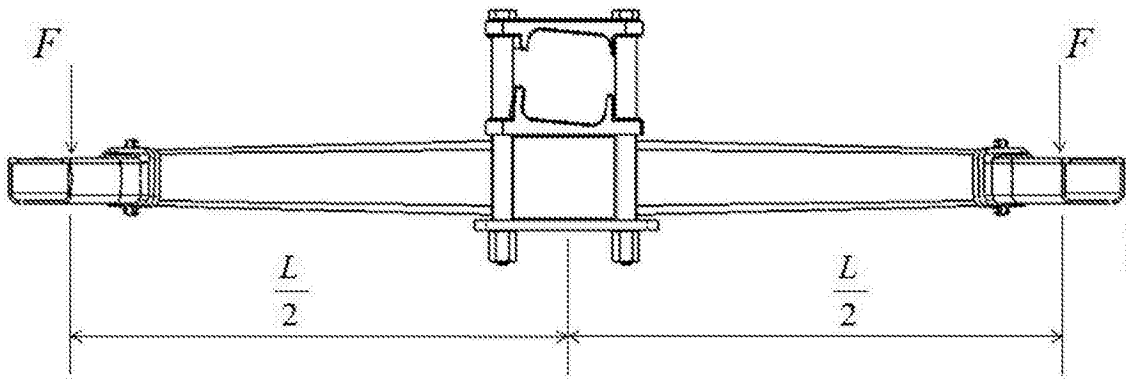


图6

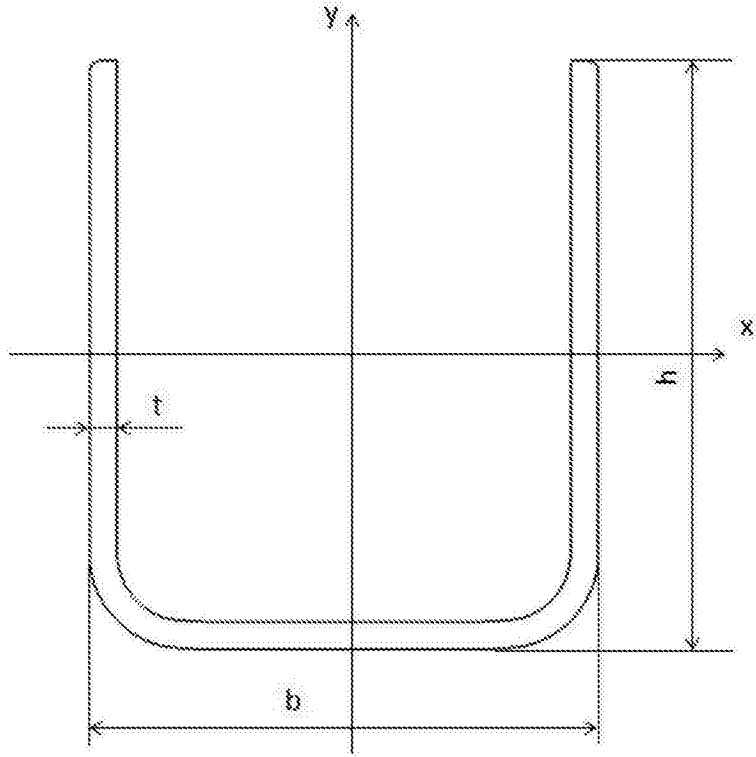


图7

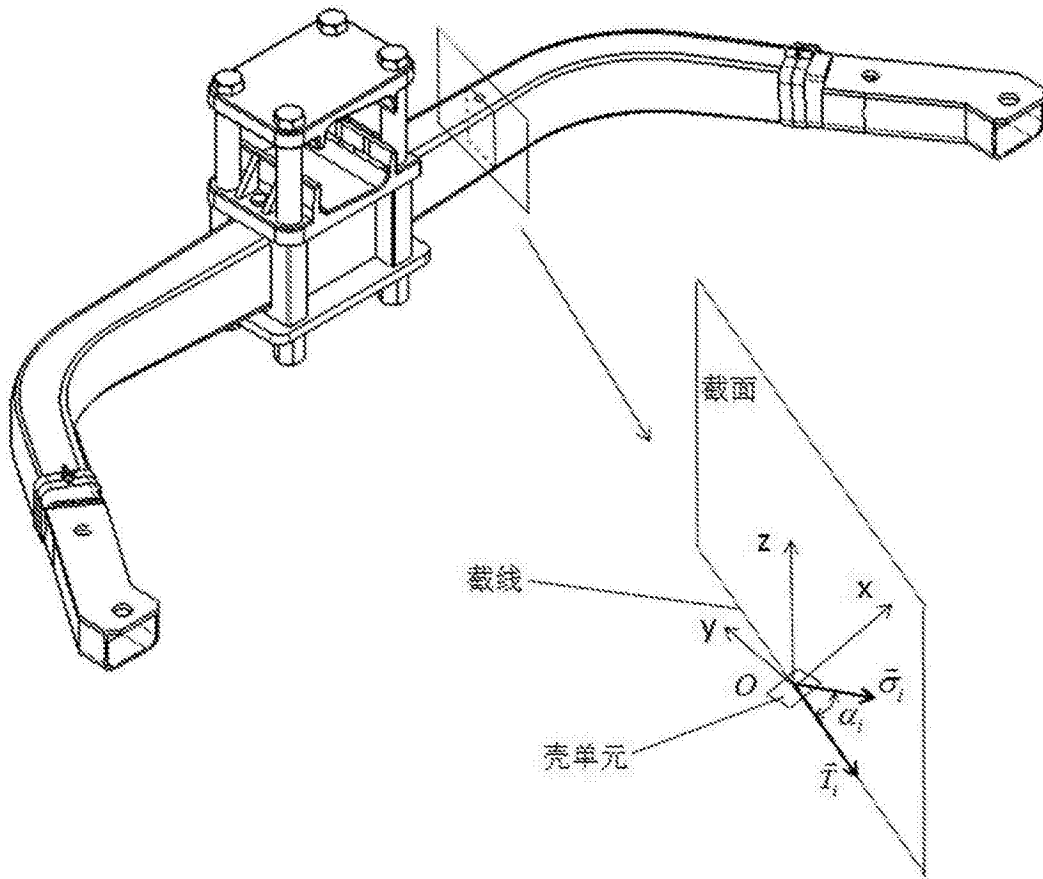


图8

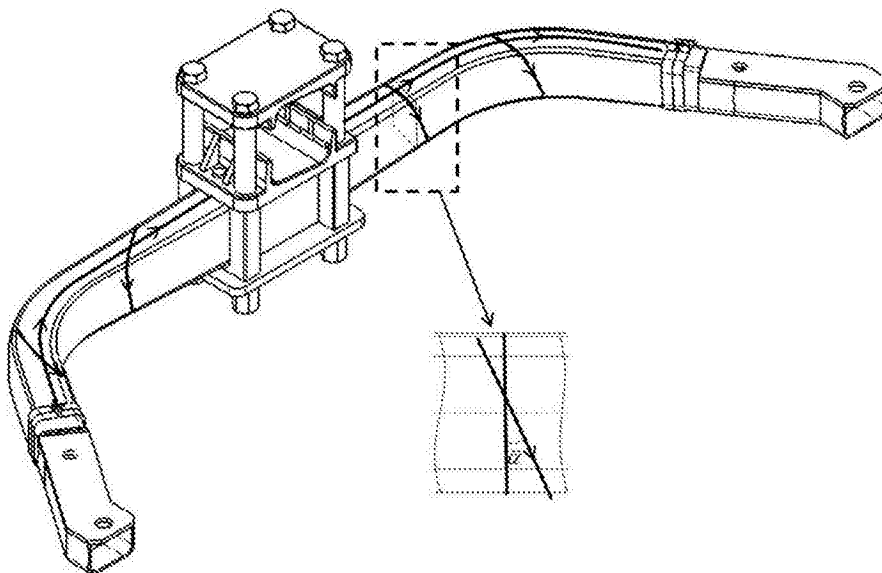


图9

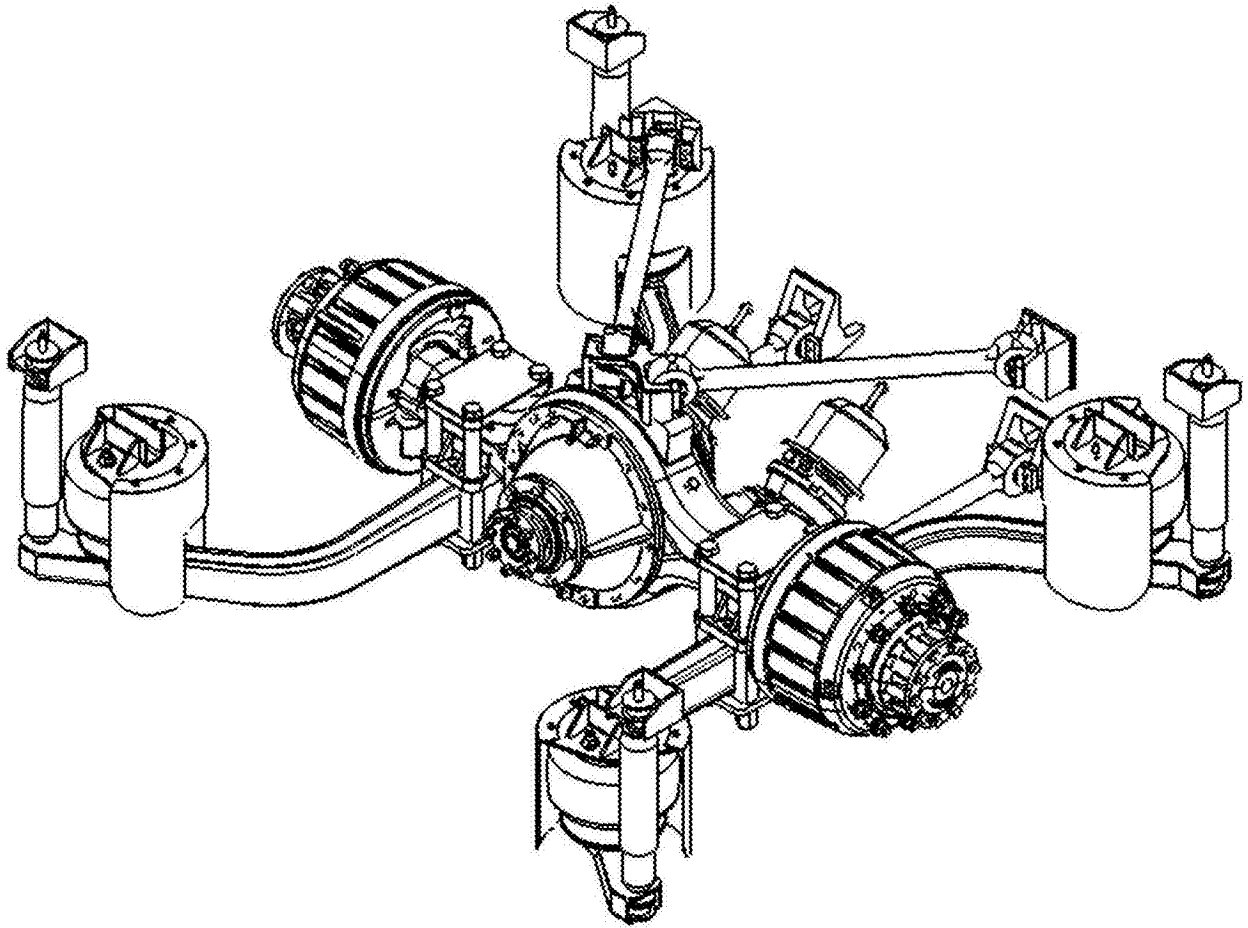


图10