



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107642573 A

(43)申请公布日 2018.01.30

(21)申请号 201710829223.2

(22)申请日 2017.09.14

(71)申请人 安徽江淮汽车集团股份有限公司
地址 230601 安徽省合肥市桃花工业园始
信路669号

(72)发明人 刘守银 孙江平 陈云 任思义

(74)专利代理机构 北京维澳专利代理有限公司
11252

代理人 王立民 尚世浩

(51) Int. Cl.

F16F 1/368(2006.01)

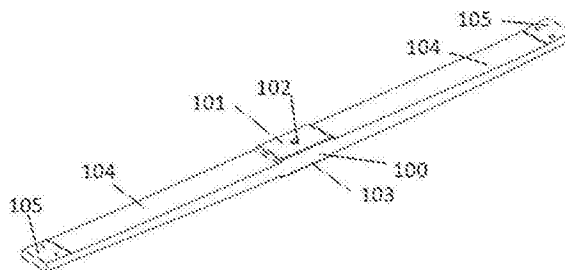
权利要求书2页 说明书6页 附图8页

(54)发明名称

一种纵置FRP复合材料板簧总成

(57)摘要

本发明涉及一种纵置FRP复合材料板簧及其总成,包括FRP复合材料板簧本体,FRP复合材料板簧本体包括本体中段、抛物线变截面段及卷耳安装段;FRP复合材料板簧不会一下全部断裂,保证车辆行驶的安全性;大幅降低板簧悬架的重量,提高燃油效力;提高车辆行驶的平顺性;改善FRP复合材料板簧本体与金属连接件的结构,提高纵置FRP复合材料板簧的可靠性提高纵置板簧悬架的寿命,使纵置FRP复合材料板簧悬架的寿命提高到纵置钢板弹簧的寿命的三倍以上,在整车使用寿命范围内不用更换板簧这样的弹性元件,大幅减小板簧使用成本;上盖板和下垫板和U形螺栓之间间隙小,有效防止后桥受力的摆动,提高车辆行驶的稳定性的。



1. 一种纵置FRP复合材料板簧,其特征在于,包括FRP复合材料板簧本体,所述FRP复合材料板簧本体包括本体中段、抛物线变截面段及卷耳安装段;

所述FRP复合材料板簧本体自一端向另一端延伸时,依次包括所述卷耳安装段、所述抛物线变截面段、所述本体中段、所述抛物线变截面段及所述卷耳安装段;

在所述本体中段的上下表面分别向上下延伸形成安装台和支撑台;在所述安装台上设置有上沉孔,在所述支撑台上设置有下沉孔;

在每个所述卷耳安装段上均设置有螺栓过孔;

所述FRP复合材料板簧本体自所述上沉孔的中心至前端的长度大于所述上沉孔的中心至后端的长度。

2. 根据权利要求1所述的纵置FRP复合材料板簧,其特征在于,所述安装台的两端及所述支撑台的两端均通过斜面与所述本体中段过渡结合在一起,并且在结合处设置有圆角。

3. 根据权利要求1所述的纵置FRP复合材料板簧,其特征在于,所述上沉孔的圆心与所述下沉孔的圆心均位于所述本体中段的垂直中线上;所述下沉孔的直径大于所述上沉孔的直径。

4. 根据权利要求1所述的纵置FRP复合材料板簧,其特征在于,所述抛物线变截面段与所述本体中段连接一端的厚度为 h_2 ,与卷耳安装段连接一端的厚度为 h_1 ;

h_1 由公式(1)确定,

$$h_1 = \frac{3\lambda P_{\max}}{2b[\tau]} \quad (1)$$

其中, $[\tau]$ 为许用剪切应力; P_{\max} 为FRP复合材料板簧本体在使用过程中作用在卷耳中心的最大作用力; b 为FRP复合材料板簧本体的宽度; λ 为安全系数,大于1.2;

h_2 由公式(2)确定,

$$h_2 = h_1 \sqrt{l_2/l_1} \quad (2),$$

其中, l_1 为抛物线变截面段最薄处到卷耳中心的距离; l_2 为抛物线变截面段最厚处到卷耳中心的距离。

5. 根据权利要求1所述的纵置FRP复合材料板簧,其特征在于,所述卷耳安装段为正方体,所述卷耳安装段的厚度大于所述抛物线变截面段与所述卷耳安装段连接一端的厚度。

6. 一种纵置FRP复合材料板簧总成,其特征在于,包括上述权利要求1至5中任一项所述的纵置FRP复合材料板簧,还包括前卷耳、前外衬套、前内衬套、前轴管、上盖板、下垫板、后卷耳、后外衬套、后内衬套及后轴管;

所述前卷耳及所述后卷耳分别固定于所述FRP复合材料板簧的前后两端;

所述前外衬套、所述前内衬套及所述前轴管均设置于所述前卷耳内;

所述后外衬套、所述后内衬套及所述后轴管均设置于所述后卷耳内。

7. 根据权利要求6所述的纵置FRP复合材料板簧总成,其特征在于,所述前卷耳与所述后卷耳的结构相同,均包括圆弧面、过渡圆弧面及上下平面;所述圆弧面、所述过渡圆弧面及所述上下平面形成圆孔及方形槽;

所述圆孔的中心线与所述圆弧面的中心线共线;在所述上下平面上设置有相对的螺栓过孔;

其中,前卷耳的圆孔直径大于所述后卷耳的圆孔直径。

8. 根据权利要求6所述的纵置FRP复合材料板簧总成,其特征在于,所述前外衬套包括硫化在一起的内筒及橡胶层,所述内筒位于所述橡胶层的内侧;

所述内筒为圆柱面,在所述内筒上设置有轴向贯通的缺口;

所述橡胶层包括圆柱主体及在所述圆柱主体一端的小圆环。

9. 根据权利要求6所述的纵置FRP复合材料板簧总成,其特征在于,所述上盖板为槽型,在所述上盖板正中处设置有过孔;所述下垫板下中处设置有过孔,在所述过孔内设置有下定位销;

所述上盖板与所述下垫板的外侧宽度相同,侧向厚度 $= (s-b-0.8) / 2$,其中s为U形螺栓内侧间距,b为FRP复合材料板簧本体的宽度。

10. 根据权利要求6所述的纵置FRP复合材料板簧总成,其特征在于,还包括垫板,在所述垫板的正中处设置有过孔,在所述过孔内设置有上定位销,在所述垫板的两端的侧面设置有四个圆弧面,所述垫板的两端上翘。

一种纵置FRP复合材料板簧总成

技术领域

[0001] 本发明属于汽车板簧技术领域,特别是指一种纵置FRP复合材料板簧总成。

背景技术

[0002] 钢板弹簧在汽车上可以纵置或者横置。后者因为要传递纵向力,必须设置附加的导向传力装置,使结构复杂、质量加大,所以只在少数轻、微型车上应用。纵置钢板弹簧能传递各种力和力矩,具有导向功能,并且结构简单,故在汽车上得到广泛应用。

[0003] 复合材料是两种以上的材料组合在一起、通过材料之间有效界面结合、性能优于原有的材料。复合材料种类很多,比如钢筋混凝土也是复合材料,混凝土是母材,钢筋是增强材料。但是现代工业所指的复合材料主要是玻璃纤维复合材料(GFRP)和碳纤维复合材料(CFRP),母材是塑料(或叫树脂),增强材料是玻璃纤维或碳纤维,现代复合材料板簧的增强材料主要是玻璃纤维,也有碳纤维,母材多为环氧树脂。

[0004] 随着科技发展,复合材料板簧逐步用于汽车悬架弹簧元件。现在汽车板簧使用的复合材料都是FRP复合材料。FRP是英文Fibre-Reinforced Plastic简写,直译是纤维增强塑料。FRP复合材料比强度比模量高、具有良好的耐疲劳性能、阻尼减振性能和耐腐蚀性能,因此,使用FRP复合材料做板簧,可大幅提高车辆的平顺性和舒适性,而质量仅是钢板弹簧的1/4左右,不仅有效地提高了燃油效力,还降低了簧下质量,减小簧下振动,同时寿命是钢板弹簧的3倍左右,在整车寿命范围内无需更换弹性元件,整车使用和维修成本相对较低。

[0005] FRP复合材料板簧本体成型方法,其中包括连续纤维缠绕工艺、模压工艺、拉挤工艺、树脂传递模塑成型工艺(RTM)等工艺方法。如果FRP复合材料板簧本体成型时压力低,使用一段时间FRP复合材料板簧本体容易脱丝,造成板簧失效。采用高压树脂传递模塑成型工艺(HP-RTM),模腔压力高达160大气压,不仅保证本体的可靠性、性能,而且不会脱丝。

[0006] 现在国内外很多汽车厂家想用FRP复合材料板簧替代现有的纵置板簧,但是,纵置板簧两端卷耳要通过衬套固定到车身上,中部要通过U形螺栓固定在车身上,必须通过金属件的连接和固定,这些因素必然造成纵置FRP复合材料板簧局部应力大,在卷耳的连接处和U形螺栓外侧出现纤维断裂的现象,极大地影响FRP复合材料板簧的寿命。

[0007] 如图1所示为现有技术钢板弹簧总成包括前衬套01、卡箍02、板簧03、中心螺栓04及后衬套05;钢板弹簧总成由多片变截面或等截面板簧叠加而成,但是现技术的钢板弹簧质量大,燃油效力低,寿命短,平顺性差,簧下质量大,簧下振动大。

[0008] 如图2所示为一种汽车复合材料板簧总成示意图,见CN104976261A,一种汽车复合材料板簧总成及其装配方法的示意图,包括U型螺栓金属夹板06,上金属夹板,前金属接头07,复合材料板簧簧身08,下金属夹板09,后金属接头010及螺栓011;复合材料板簧簧身与前金属接头、后金属接头、下金属夹板交接处应力大,易造成复合材料板簧簧身失效,整体可靠性降低;复合材料板簧簧身的形状与载荷关系不清,不能保证其安全性;与悬架关系不清。

发明内容

[0009] 本发明的目的是提供一种纵置FRP复合材料板簧总成,以解决现有技术板簧的燃油效力差,寿命低及可靠性不高的问题。

[0010] 本发明是通过以下技术方案实现的:

[0011] 一种纵置FRP复合材料板簧,包括FRP复合材料板簧本体,所述FRP复合材料板簧本体包括本体中段、抛物线变截面段及卷耳安装段;

[0012] 所述FRP复合材料板簧本体自一端向另一端延伸时,依次包括所述卷耳安装段、所述抛物线变截面段、所述本体中段、所述抛物线变截面段及所述卷耳安装段;

[0013] 在所述本体中段的上下表面分别向上下延伸形成安装台和支撑台;在所述安装台上设置有上沉孔,在所述支撑台上设置有下沉孔;

[0014] 在每个所述卷耳安装段上均设置有螺栓过孔;

[0015] 所述FRP复合材料板簧本体自所述上沉孔的中心至前端的长度大于所述上沉孔的中心至后端的长度。

[0016] 所述安装台的两端及所述支撑台的两端均通过斜面与所述本体中段过渡结合在一起,并且在结合处设置有圆角。

[0017] 所述上沉孔的圆心与所述下沉孔的圆心均位于所述本体中段的垂直中线上;所述下沉孔的直径大于所述上沉孔的直径。

[0018] 所述抛物线变截面段与所述本体中段连接一端的厚度为 h_2 ,与卷耳安装段连接一端的厚度为 h_1 ;

[0019] h_1 由公式(1)确定,

$$[0020] \quad h_1 = \frac{3\lambda P_{\max}}{2b[\tau]} \quad (1)$$

[0021] 其中, $[\tau]$ 为许用剪切应力; P_{\max} 为FRP复合材料板簧本体在使用过程中作用在卷耳中心的最大作用力; b 为FRP复合材料板簧本体的宽度; λ 为安全系数,大于1.2;

[0022] h_2 由公式(2)确定,

$$[0023] \quad h_2 = h_1 \sqrt{l_2/l_1} \quad (2),$$

[0024] 其中, l_1 为抛物线变截面段最薄处到卷耳中心的距离; l_2 为抛物线变截面段最厚处到卷耳中心的距离。

[0025] 所述卷耳安装段为正方体,所述卷耳安装段的厚度大于所述抛物线变截面段与所述卷耳安装段连接一端的厚度。

[0026] 一种纵置FRP复合材料板簧总成,包括上述任一项所述的纵置FRP复合材料板簧,还包括前卷耳、前外衬套、前内衬套、前轴管、上盖板、下垫板、后卷耳、后外衬套、后内衬套及后轴管;

[0027] 所述前卷耳及所述后卷耳分别固定于所述FRP复合材料板簧的前后两端;

[0028] 所述前外衬套、所述前内衬套及所述前轴管均设置于所述前卷耳内;

[0029] 所述后外衬套、所述后内衬套及所述后轴管均设置于所述后卷耳内。

[0030] 所述前卷耳与所述后卷耳的结构相同,均包括圆弧面、过渡圆弧面及上下平面;所

述圆弧面、所述过渡圆弧面及所述上下平面形成圆孔及方形槽；

[0031] 所述圆孔的中心线与所述圆弧面的中心线共线；在所述上下平面上设置有相对的螺栓过孔；

[0032] 其中，前卷耳的圆孔直径大于所述后卷耳的圆孔直径。

[0033] 所述前外衬套包括硫化在一起的内筒及橡胶层，所述内筒位于所述橡胶层的内侧；

[0034] 所述内筒为圆柱面，在所述内筒上设置有轴向贯通的缺口；

[0035] 所述橡胶层包括圆柱主体及在所述圆柱主体一端的小圆环。

[0036] 所述上盖板为槽型，在所述上盖板正中处设置有过孔；所述下垫板正中处设置有过孔，在所述过孔内设置有下列定位销；

[0037] 所述上盖板与所述下垫板的外侧宽度相同，侧向厚度 = $(s-b-0.8)/2$ ，其中s为U形螺栓内侧间距，b为FRP复合材料板簧本体的宽度。

[0038] 还包括垫板，在所述垫板的正中处设置有过孔，在所述过孔内设置有下列定位销，在所述垫板的两端的侧面设置有四个圆弧面，所述垫板的两端上翘。

[0039] 本发明的有益效果是：

[0040] FRP复合材料板簧不会一下全部断裂，保证车辆行驶的安全性；大幅降低板簧悬架的重量，提高燃油效力；提高车辆行驶的平顺性；改善FRP复合材料板簧本体与金属连接件的结构，提高纵置FRP复合材料板簧的可靠性提高纵置板簧悬架的寿命，使纵置FRP复合材料板簧悬架的寿命提高到纵置钢板弹簧的寿命的三倍以上，在整车使用寿命范围内不用更换板簧这样的弹性元件，大幅减小板簧使用成本；上盖板和下垫板和U形螺栓之间间隙小，有效防止后桥受力的摆动，提高车辆行驶的稳定性的。

附图说明

[0041] 图1为现有技术钢板弹簧总成示意图；

[0042] 图2为现有技术汽车复合材料板簧总成示意图；

[0043] 图3为FRP复合材料板簧本体结构的示意图；

[0044] 图4为FRP复合材料板簧本体的主视图；

[0045] 图5为图4的A-A剖视图；

[0046] 图6为图4的B-B剖视图；

[0047] 图7为纵置FRP复合材料板簧总成的示意图；

[0048] 图8为图7的主视图；

[0049] 图9为图8的C-C剖视图；

[0050] 图10为前外衬套示意图；

[0051] 图11为前内衬套示意图；

[0052] 图12为前衬套压装示意图；

[0053] 图13为图8的D-D剖视图；

[0054] 图14为图8的E-E剖视图；

[0055] 图15为图8的F-F剖视图；

[0056] 图16为图9的I处放大图；

[0057] 图17为图9的II处放大图；

[0058] 图18为FRP复合材料板簧安装示意图；

[0059] 图19为垫板示意图；

[0060] 图20为图18的H-H剖视图。

[0061] 附图标记说明

[0062] 01前衬套,02卡箍,03板簧,04中心螺栓,05后衬套,06U型螺栓金属夹板,07前金属接头,08复合材料板簧簧身,09下金属夹板,010后金属接头,011螺栓,1FRP复合材料板簧本体,100本体中段,101安装台,102上沉孔,103支撑台,104抛物线变截面段,105卷耳安装段,106下沉孔,107中部倒角,108过孔,2前卷耳,3前外衬套,31内筒,32橡胶层,4前内衬套,5前轴管,6上盖板,61过孔,7下垫板,71下定位销,8后卷耳,81圆弧面,82过渡圆弧面,83上下平面,84圆孔,85方形槽,86螺栓过孔,9后外衬套,10后内衬套,11后轴管,12车架,13前支架,14前销轴,15U形螺栓,16后桥,161板簧托座,17垫板,171上定位销,172圆弧面,173上翘,18后销轴,19吊耳,20后支架。

具体实施方式

[0063] 以下通过实施例来详细说明本发明的技术方案,以下的实施例仅是示例性的,仅能用来解释和说明本发明的技术方案,而不能解释为是对本发明技术方案的限制。

[0064] 本发明涉及到车辆的悬架零部件机构,确切地说是纵置板簧悬架的弹性元件机构。本发明要在保证纵置板簧的性能和可靠性的前提下,用FRP复合材料板簧替换现有钢板弹簧;改善FRP复合材料板簧本体与金属连接件的结构,提高纵置FRP复合材料板簧的可靠性;FRP复合材料板簧本体许用剪切强度较低,根据FRP复合材料板簧本体受力的大小优化结构,充分保证悬架的寿命和安全性;大幅降低板簧悬架的重量,提高燃油效力;提高车辆行驶的平顺性;提高纵置板簧悬架的寿命,使纵置FRP复合材料板簧悬架的寿命提高到纵置钢板弹簧的寿命的三倍以上,在整车使用寿命范围内不用更换板簧这样的弹性元件,大幅减小板簧使用成本。

[0065] 本技术方案提供一种纵置FRP复合材料板簧,如图3至图6所示,包括FRP复合材料板簧本体,FRP复合材料板簧本体包括本体中段、抛物线变截面段及卷耳安装段。

[0066] FRP复合材料板簧本体自一端向另一端延伸时,依次包括卷耳安装段、抛物线变截面段、本体中段、抛物线变截面段及卷耳安装段。

[0067] 在本体中段的上下表面分别向上下延伸形成安装台和支撑台;在安装台上设置有上沉孔,在支撑台上设置有下沉孔。

[0068] 在每个卷耳安装段上均设置有螺栓过孔。

[0069] FRP复合材料板簧本体自上沉孔的中心至前端的长度大于上沉孔的中心至后端的长度。

[0070] 本发明还提供一种FRP复合材料板簧总成,包括FRP复合材料板簧本体1、前卷耳2、前外衬套3、前内衬套4、前轴管5、上盖板6、下垫板7、后卷耳8、后外衬套9、后内衬套10、后轴管11等。

[0071] 的FRP复合材料板簧本体1为高压树脂传递模塑成型工艺(HP-RTM)等工艺方法成型的等宽FRP复合材料板状结构,前后长度不同,前段长度为 l_f 后段长度为 l_r , $l_f \geq l_r$,分别

包括本体中段100、安装台101、上沉孔102、支撑台103、抛物线变截面段104、卷耳安装段105、下沉孔106、中部倒角107,螺栓过孔108,如图3至图6所示。

[0072] 本体中段100的厚度为 h_2 ,本体中段100上方有安装台101,安装台101的厚度为 h_u ,安装台101两端通过 45° 的斜面与本体中段100过渡结合在一起,结合处有圆角,以减小本体中段100和抛物线变截面段104之间应力,安装台101中部有上沉孔102,深度约为 h_u ,上边有中部倒角107,如图3至图6所示。

[0073] 同样,本体中段100下方有支撑台103,支撑台103的厚度为 h_1 ,支撑台103两端通过 45° 的斜面与本体中段100过渡结合在一起,结合处有圆角,以减小本体中段100和抛物线变截面段104之间应力,支撑台103中部有下沉孔106,深度约为 h_1 ,下边有中部倒角107,下沉孔106的直径大于上沉孔102,如图3至图6所示。

[0074] 抛物线变截面段104是FRP复合材料板簧重要的性能段,可按照后述的工作原理的公式(1)、(2)确定抛物线变截面段104的最薄处厚度 h_1 和最厚处厚度 h_2 ,然后根据目标刚度值,适当调整 h_1 和 h_2 ,并最终确定 h_1 和 h_2 ,如图3至图6所示。

[0075] 卷耳安装段105为正方体,厚度为 h_d , $h_d > h_1$,即卷耳安装段105的上面略高于抛物线变截面段104最薄处,卷耳安装段105下面略低于抛物线变截面段104最薄处,以减小抛物线变截面段104最薄的应力,卷耳安装段105有2个螺栓过孔108,如图3至图6所示。

[0076] 后卷耳8和前卷耳2为金属件,结构相同,外侧由等宽的圆弧面81、过渡圆弧面82和平面83组成,内有圆孔84和方形槽85,圆孔的中心线与圆弧面的中心线共线,方形槽85与上下平面83等距,方形槽84上下各有两个同心的螺栓过孔86,前卷耳2的圆孔直径 d_1 大于后卷耳8的圆孔直径 d_2 ,如图7、图8、图9、图13、图15所示。

[0077] 前外衬套3由内筒31和橡胶层32硫化而成,内筒31位于橡胶层32内侧,内筒31相对橡胶层32内侧的圆柱主体123。内筒31为高强度、耐磨耐热的非金属材料,内外为同心圆柱面,还有缺口,端部有锥面;橡胶层32上有小圆环、圆角、圆柱主体、小凸起、沟槽、圆环、锥面圆环等特征,后外衬套9与前外衬套3结构相同,只是内径和外径不同,如图10、图13、图14所示。

[0078] 前内衬套4为非金属材料,机械强度、耐磨、润滑等性能优于金属材料,如改性尼龙PA66等,上有外圆环面、内锥面、外锥面、内侧锥面、内圆环面、L形缺口、筒体、端部锥面等特征。后内衬套10与前内衬套4结构相同,只是内径和外径不同,如图11、图13、图14所示。

[0079] 前轴管5为金属材料,内外为同心的圆柱面,两端都有倒角,后轴管11与前轴管5结构相同,只是内径和外径不同,如图12至图14所示。

[0080] 上盖板6为槽型,正中处上有过孔61,下垫板7正中处上有过孔,过孔内装有下列定位销71,上盖板6和下垫板7的外侧宽度相同,侧向厚度 $= (s-b-0.8)/2$,其中 s 为U形螺栓15内侧间距, b 为FRP复合材料板簧本体的宽度,如图7至图9、图15、图17、图20所示。

[0081] 垫板17正中处上有过孔,过孔内装有上定位销171,两端有四个圆弧面172,以避免安装时与U形螺栓15干涉,两端上翘173用于防止U形螺栓15脱出,如图18至图20所示。

[0082] 先将前内衬套4装到下面的压具的圆台面上,然后将前外衬套3套在前内衬套4上,将前轴管5插入前内衬套4内,从上往下将前卷耳2放下,并使前卷耳2与前外衬套3的橡胶层接触,将另一个前外衬套3套在另一个前内衬套4上,小头朝下,前内衬套4的中心与上面压具的压芯的中心线对齐,并使前外衬套3的橡胶层与前卷耳2的另一端贴合,通过液压缸向

下移动压具,逐渐将上面的前外衬套3、前内衬套4和前卷耳2压下,使上下两个压具达到一定距离,这样,两个前外衬套3和两个前内衬套4就被压入前卷耳2中,如图10至图14所示。

[0083] 同样,将两个后外衬套9和两个后内衬套10压入后卷耳8中,如图10至图14所示。

[0084] 将FRP复合材料板簧本体1后端的卷耳安装段105涂上胶水后,插入后卷耳8的方形槽805,再用两颗螺栓分别穿过后卷耳8上的螺栓过孔806和卷耳安装段105上的螺栓过孔108,并用两个螺母固定,同样,将前卷耳2固定在FRP复合材料板簧本体1的前端,如图7、图8、图9、图16所示。

[0085] 在上盖板6的内侧涂上胶水,过孔61对准安装台101处的上沉孔102,将上盖板6固定在FRP复合材料板簧本体1上,同样,在下垫板7的内侧涂上胶水,下定位销71对准支撑台103处的下沉孔106,将下垫板7固定在FRP复合材料板簧本体1上,完成FRP复合材料板簧总成的安装,如图7、图8、图9、图15所示。

[0086] 车架12上装有前支架13和后支架20,上定位销171对准上沉孔102,先将垫板17装到上盖板6上,然后将下定位销71插入后桥6上的板簧托座161的孔中,用两个U形螺栓15和螺母将FRP复合材料板簧总成固定在后桥16上,再用前销轴14穿过前轴管5和前支架13的过孔,用螺母将FRP复合材料板簧总成前端连接到前支架13上,同样,用后销轴18穿过后轴管11和后支架20的过孔,用螺母将FRP复合材料板簧总成后端连接到后支架20上,完成FRP复合材料板簧总成在整车上的安装,如图18至图20所示。

[0087] 上盖板6和下垫板7的外侧宽度与U形螺栓15内侧间距s相差0.8mm,两个U形螺栓15将FRP复合材料板簧总成和后桥16固定在一起后,可有效防止后桥16受力的摆动,提高车辆行驶的稳定性的。

[0088] 工作原理

[0089] 如图5所示,本发明的FRP复合材料板簧本体为等宽度抛物线变截面板簧,板簧最大剪切应力在板簧本体最薄处,而FRP复合材料板簧本体的许用剪切应力 $[\tau]$ 很小,因此必须根据公式(1)确定最薄处厚度 h_1 :

$$[0090] \quad h_1 = \frac{3\lambda P_{\max}}{2b[\tau]} \quad (1)$$

[0091] 其中, $[\tau]$ 为许用剪切应力; P_{\max} 为FRP复合材料板簧本体在使用过程中作用在卷耳中心的最大作用力; b 为FRP复合材料板簧本体的宽度; λ 为安全系数,大于1.2。

[0092] 如图5所示,根据抛物线变截面的关系,确定FRP复合材料板簧本体中部厚度 h_2 :

$$[0093] \quad h_2 = h_1 \sqrt{l_2/l_1} \quad (2)$$

[0094] 其中, l_1 为抛物线变截面段104最薄处到卷耳中心的距离; l_2 为抛物线变截面段104最厚处到卷耳中心的距离。

[0095] 尽管已经示出和描述了本发明的实施例,对于本领域的普通技术人员而言,可以理解在不脱离本发明的原理和精神的情况下可以对这些实施例进行多种变化、修改、替换和变形,本发明的范围由所附权利要求极其等同限定。

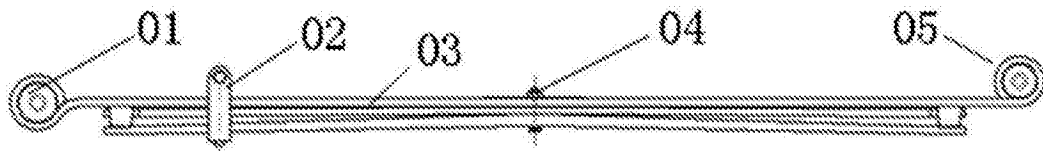


图1

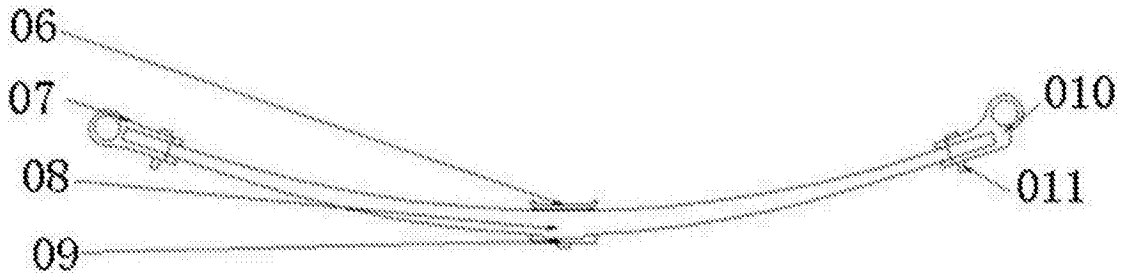


图2

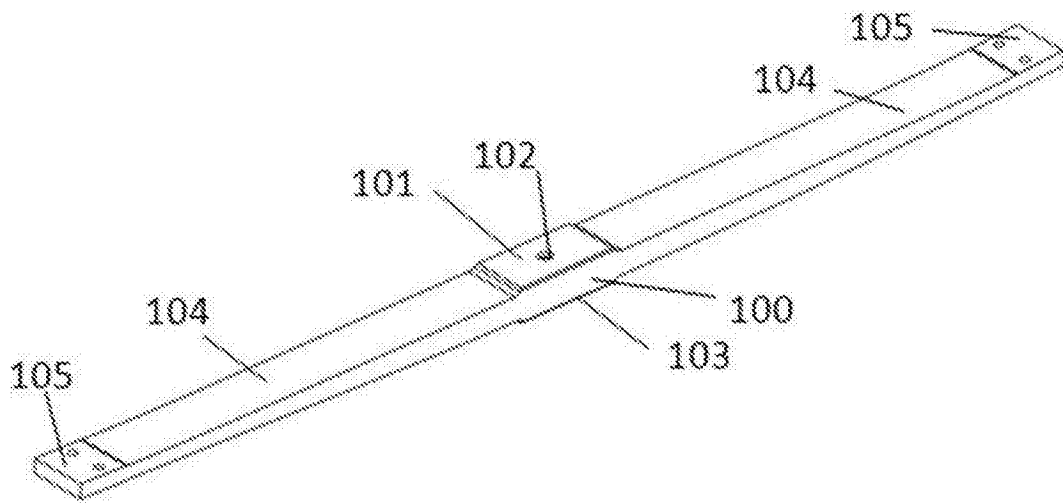


图3

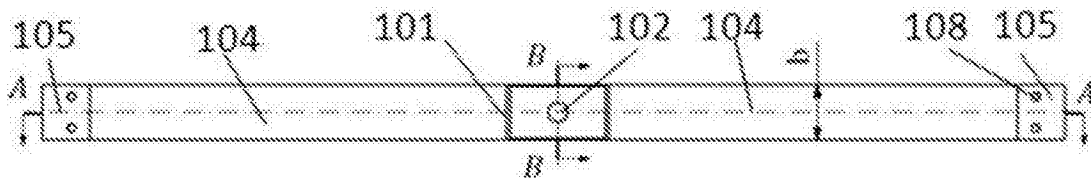


图4

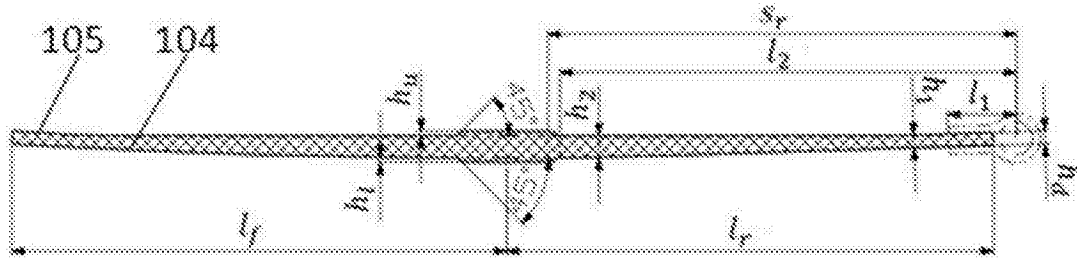


图5

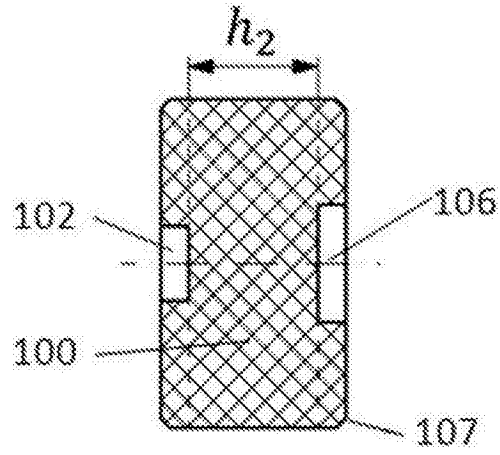


图6

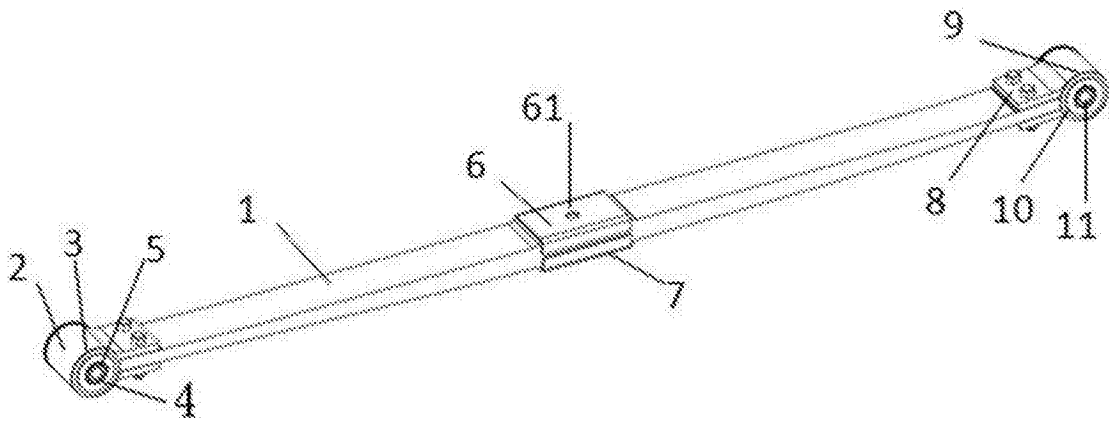


图7

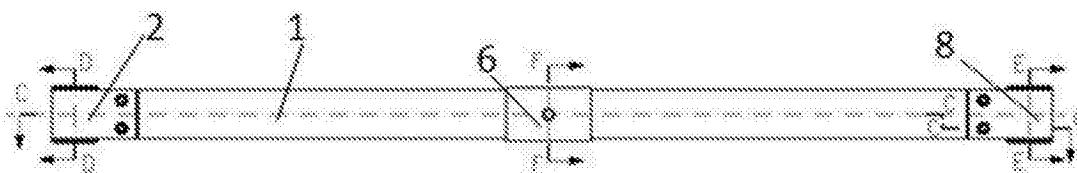


图8

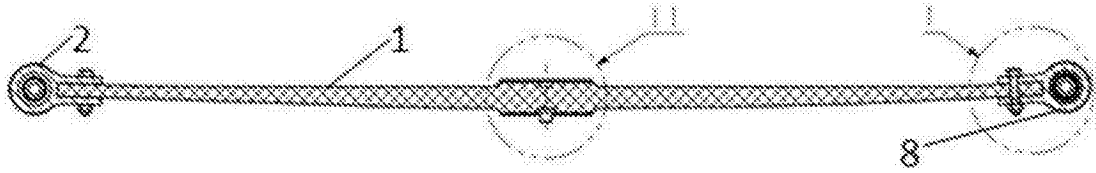


图9

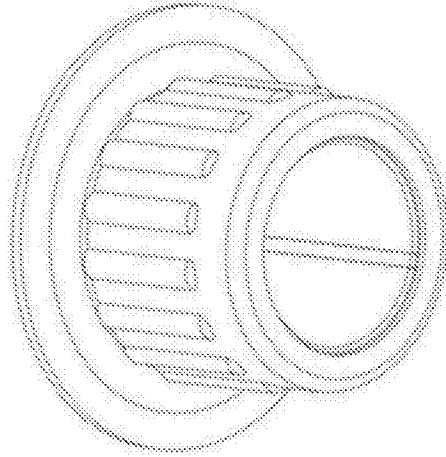


图10

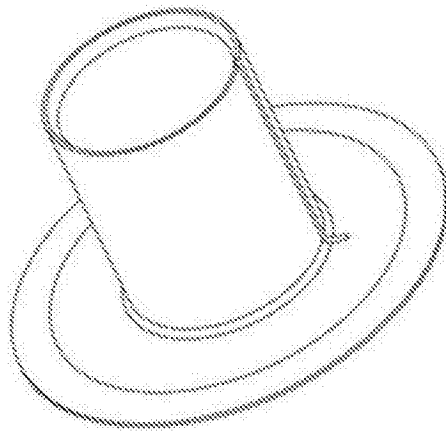


图11

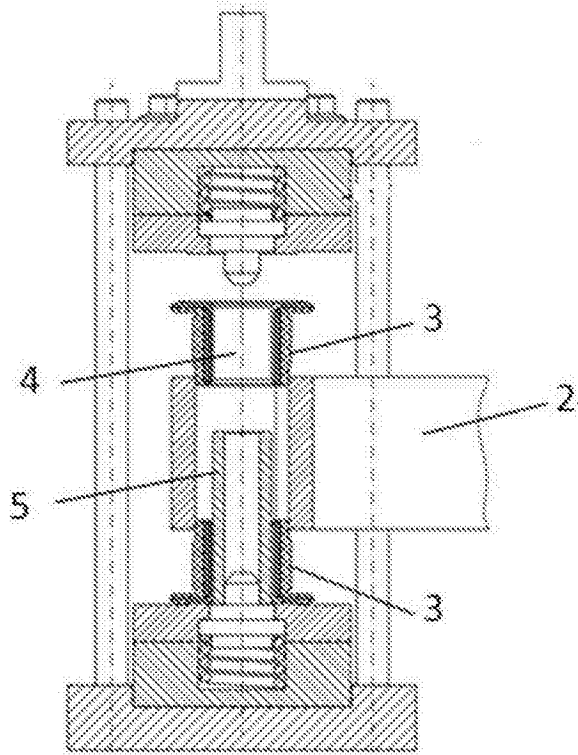


图12

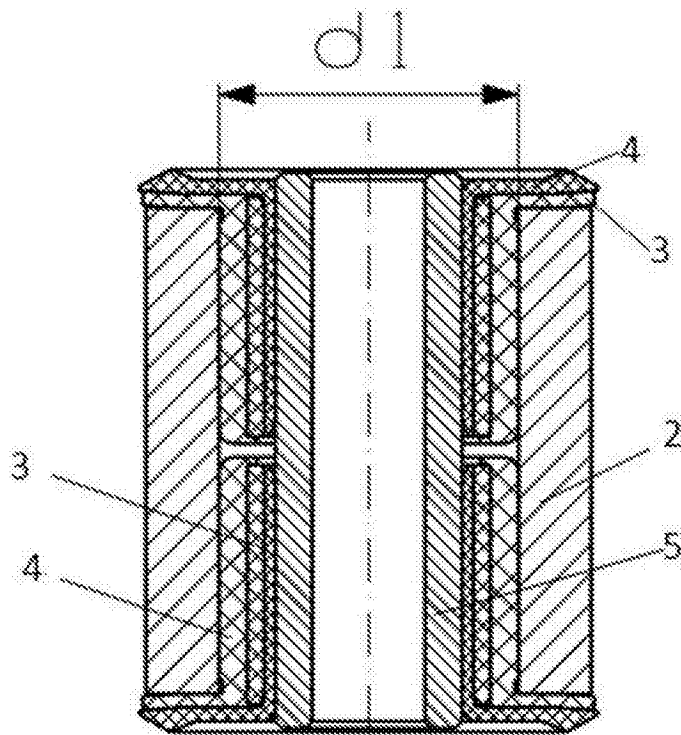


图13

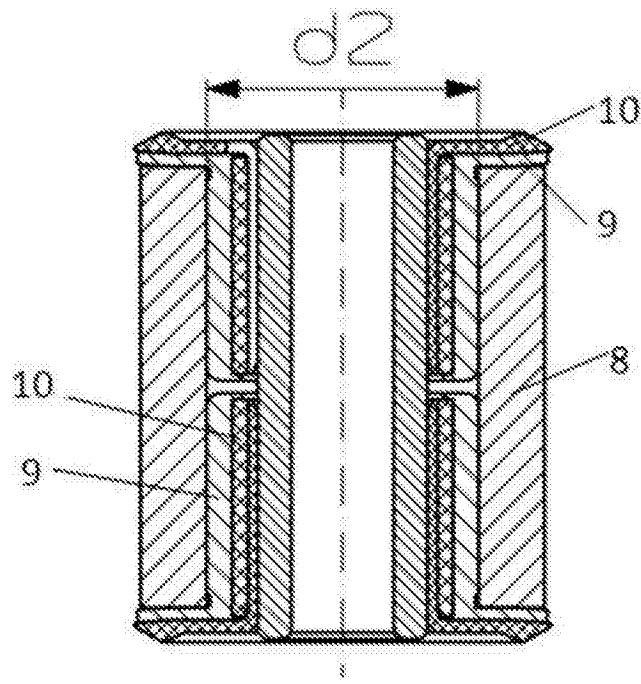


图14

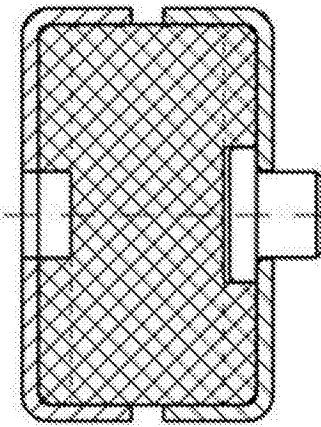


图15

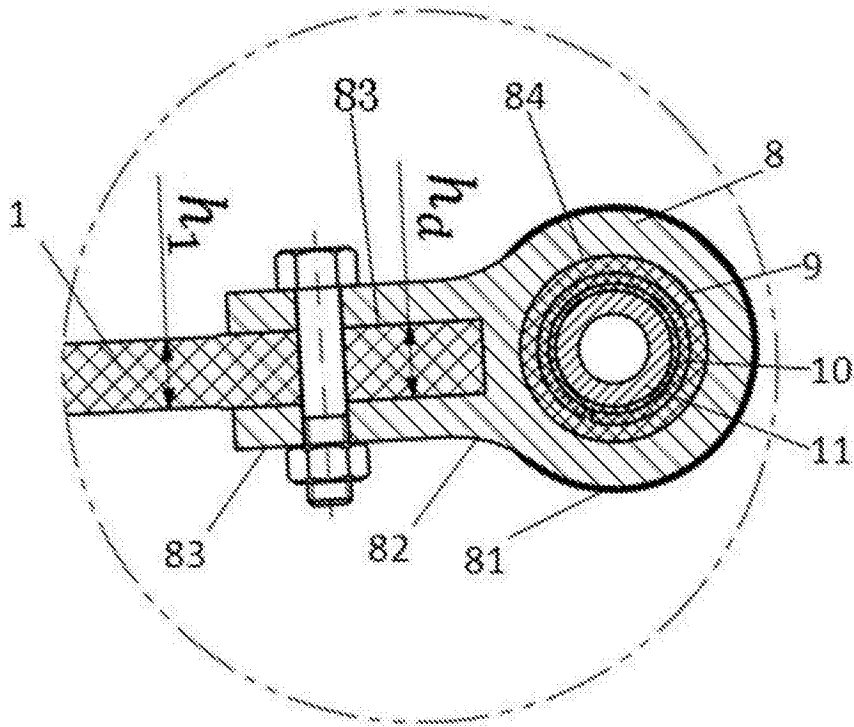


图16

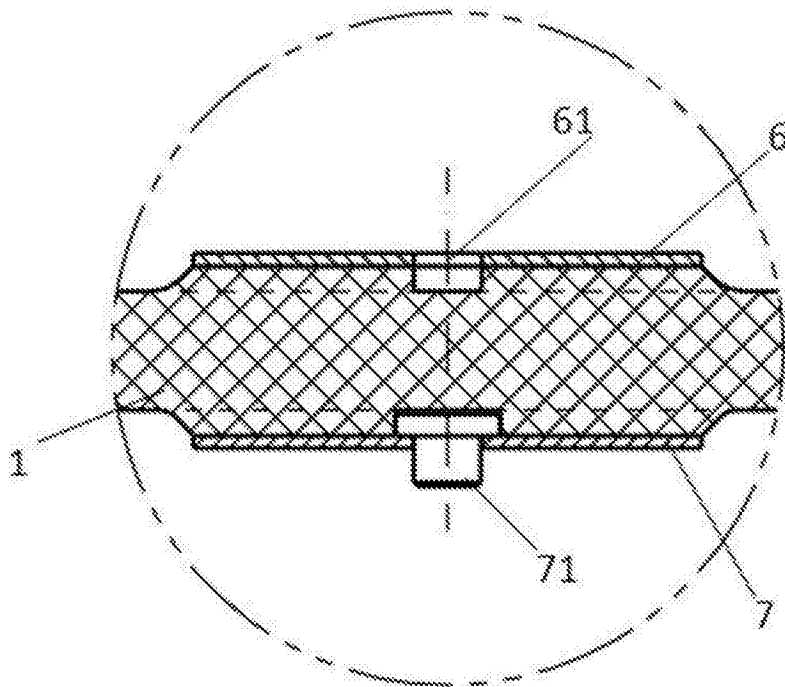


图17

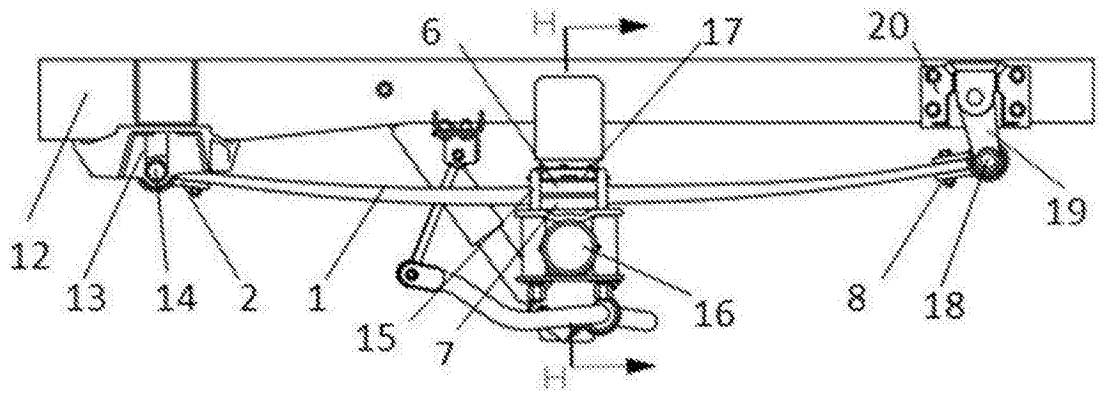


图18

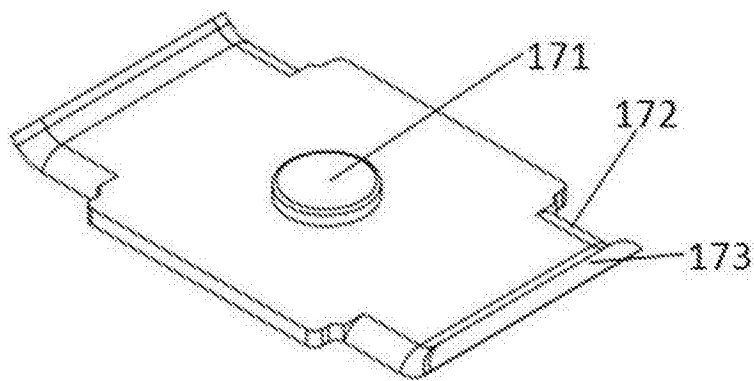


图19

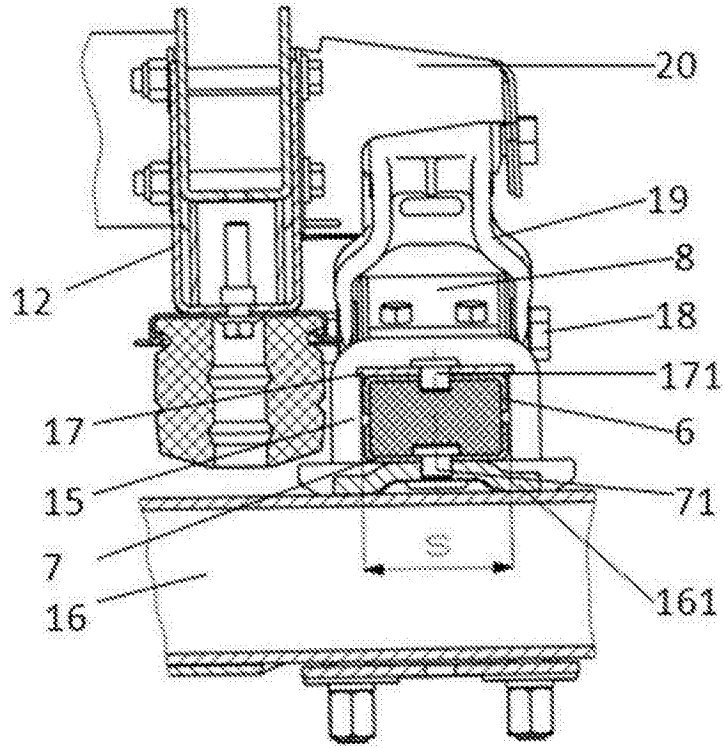


图20