



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104773045 A

(43) 申请公布日 2015. 07. 15

(21) 申请号 201510206214. 9

(22) 申请日 2015. 04. 27

(71) 申请人 席玉林

地址 102206 北京市昌平区沙河镇沙阳路  
59 号罗兰香谷 9 号楼 1 单元 803 室

(72) 发明人 席玉林

(74) 专利代理机构 北京北新智诚知识产权代理  
有限公司 11100

代理人 胡福恒

(51) Int. Cl.

B60G 11/46(2006. 01)

B60G 11/14(2006. 01)

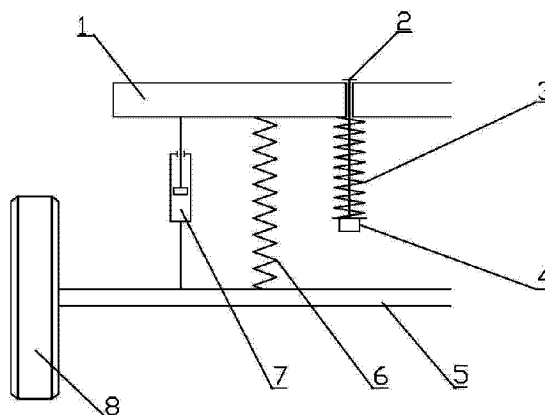
权利要求书2页 说明书8页 附图3页

### (54) 发明名称

组合弹簧补偿悬挂装置

### (57) 摘要

一种用于车辆上的组合弹簧补偿悬挂装置，它包括自由弹簧、补偿弹簧、补偿弹簧预紧装置、隔振块、轻阻尼减振器、导向机构，所述的自由弹簧、补偿弹簧、轻阻尼减振器；该轻阻尼减振器设置在车架与导向机构之间，所述的补偿弹簧与车架或导向机构连接，在补偿弹簧上端安装有补偿弹簧预紧装置，导向机构用来连接车轮和车身；具体的特点是车辆的悬挂装置上的弹性元件由自由弹簧和补偿弹簧构成，悬挂的载荷在悬挂的静挠度行程附近有一个补偿区间，悬挂所承受的负荷在这个补偿区间内变化时，其行程不发生变化或变化很小，悬挂的负荷超过补偿区间时，悬挂的行程才会发生变化，采用这种设计的车辆，可以同时提高车辆的操控性和舒适性。



1. 一种组合弹簧补偿悬挂装置,其特征在于,它包括有自由弹簧、补偿弹簧、补偿弹簧预紧装置(2)、轻阻尼减振器(7)和导向机构(5);所述的自由弹簧、补偿弹簧、轻阻尼减振器设置在车架(1)与导向机构(5)之间,所述的补偿弹簧与车架(1)或导向机构(5)连接,在补偿弹簧一端安装有补偿弹簧预紧装置(2),导向机构(5)用来连接车轮和车身,为自由弹簧(6)、补偿弹簧(3)和轻阻尼减振器(7)提供定位安装。

2. 如权利要求1所述的组合弹簧补偿悬挂装置,其特征在于,所述的自由弹簧(6)上端与车架(1)连接、下端与导向机构(5)连接,所述的轻阻尼减振器(7)上端与车架(1)连接、下端与导向机构(5)连接;所述的补偿弹簧(3)上端与车架(1)连接或下端与导向机构(5)固定连接,并在连接端安装有补偿弹簧预紧装置(2),该补偿弹簧(3)下端或上端安装有隔振块;该轻阻尼减振器(7)、自由弹簧(6)和补偿弹簧(3)在车架(1)与导向机构(5)之间形成并联安装。

3. 如权利要求1所述的组合弹簧补偿悬挂装置,其特征在于,所述的自由弹簧(6)下端与导向机构(5)连接、上端与轻阻尼减振器(7)下端连接,在轻阻尼减振器(7)外壁下端连接有导向筒(11);所述的补偿弹簧(3)下端与轻阻尼减振器(7)上端连接,该补偿弹簧(3)上端与车架(1)连接,并在连接端安装有补偿弹簧预紧装置(2),该补偿弹簧(3)、轻阻尼减振器(7)、自由弹簧(6)依次连接在车架(1)与导向机构(5)之间形成串联安装。

4. 如权利要求1所述的组合弹簧补偿悬挂装置,其特征在于,所述的自由弹簧(6)上端与车架(1)连接、下端与轻阻尼减振器(7)上端连接,在轻阻尼减振器(7)外壁上端连接有导向筒(11);所述的补偿弹簧(3)上端与轻阻尼减振器(7)下端连接,该补偿弹簧(3)下端与导向机构(5)连接,并在连接端安装有补偿弹簧预紧装置(2),该自由弹簧(6)、轻阻尼减振器(7)、补偿弹簧(3)依次连接在车架(1)与导向机构(5)之间形成串联安装。

5. 如权利要求1所述的组合弹簧补偿悬挂装置,其特征在于,所述的自由弹簧(6)中心下端与导向机构(5)连接、两侧上端与车架(1)连接,所述的补偿弹簧(3)上端与车架(1)连接,该补偿弹簧(3)下端安装有隔振块(4),该隔振块(4)与自由弹簧(6)对中布置。

6. 如权利要求2所述的组合弹簧补偿悬挂装置,其特征在于,自由弹簧(6)和补偿弹簧(3)并联安装时,以车辆空载时悬挂所承受的载荷为 $G_0$ ,负载时悬挂所承受的载荷为 $G$ ,组成悬挂的补偿弹簧(3)的预紧力 $F > G - G_0$ ,自由弹簧(6)在车辆的静挠度值附近时,对车辆所提供的弹性支撑力 $f < G_0$ 。

7. 如权利要求3和4所述的组合弹簧补偿悬挂装置,其特征在于,自由弹簧(6)和补偿弹簧(3)串联安装时,以车辆空载时悬挂所承受的载荷为 $G_0$ ,负载时悬挂所承受的载荷为 $G$ ,组成悬挂的补偿弹簧(3)的预紧力 $F > G$ ,自由弹簧(6)在车辆的静挠度值附近时,对车辆所提供的弹性支撑力满足 $f < G_0$ 。

8. 如权利要求6所述的组合弹簧补偿悬挂装置,其特征在于,组成悬挂的补偿弹簧(3)的预紧力 $F > 1.1(G - G_0)$ ,自由弹簧(6)在车辆的静挠度值附近时,对车辆所提供的弹性支撑力 $f < 0.9G_0$ 。

9. 如权利要求7所述的组合弹簧补偿悬挂装置,其特征在于,组成悬挂的补偿弹簧(3)的预紧力 $F > 1.1G$ ,自由弹簧(6)在车辆的静挠度值附近时,对车辆所提供的弹性支撑力 $f < 0.9G_0$ 。

10. 如权利要求5或6所述组合弹簧补偿悬挂装置,其特征在于,所述的轻阻尼减振器

的阻尼系数在伸张行程小于 0.25, 压缩行程小于 0.15。

## 组合弹簧补偿悬挂装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及车辆的悬挂装置,由自由弹簧、补偿弹簧,预紧装置,隔振块,轻阻尼减振器,导向机构组成。本发明在车辆的静挠度行程附近设计有载荷补偿功能,可有效减少车辆悬挂装置不需要的行程变化,提高车辆的舒适性和操控性。

### 背景技术

[0002] 一般的车辆在正常的行驶过程中,都会受到来自于路面或轨道的冲击,这些冲击如果通过车轮和悬挂装置直接传到车体或车身,会损坏车体和零部件,并破坏乘员的舒适性。因此一般车辆都设置了弹性的悬挂系统以减缓来自于车轮的冲击,但是悬挂本身的弹性又会造成车体或车身的振动,因为冲击或汽车运动状态的改变会引起悬挂负荷的变化,并导致车体的俯仰和侧倾振动以及车轮姿态的变化,从而导致车辆的稳定性和操控性下降。

[0003] 众所周知,目前的技术设计的车辆,其悬挂装置由弹性元件、导向机构、减振器和横向稳定杆组成。弹性元件主要用来承受并传递垂直载荷,缓和由于路面不平引起的对车身的冲击。弹性元件里最重要的是弹簧,种类包括钢板弹簧、螺旋弹簧、扭杆弹簧、油气弹簧、充气弹簧和橡胶弹簧等。减振器用来衰减由于弹性系统引起的振动,减振器的类型有筒式减振器,阻力可调式减振器,充气式减振器。导向机构用来传递车轮与车身间的力和力矩,同时保持车轮按一定运动轨迹相对车身跳动,通常导向机构由控制摆臂式杆件组成。种类有单杆式或多连杆式的。钢板弹簧作为弹性元件时,可不另设导向机构,它本身兼起导向作用。有些轿车和客车上,为防止车身在转向等情况下发生过大的横向倾斜,在悬挂系统中加设横向稳定杆,目的是提高横向刚度,使汽车具有不足转向特性,改善汽车的操控稳定性和行驶平顺性。

[0004] 以目前的技术设计的悬挂的弹性元件和减振元件,有两个主要性能要求:乘坐舒适性和操控稳定性。普通车辆的悬挂主要影响车辆的垂直振动。传统的悬挂是不可调整的,在行车中车身高度的变化取决于弹簧的变形。因此就自然存在了一种现象,当车辆空载和负载的时候,车身的离地间隙是不一样的。尤其是一些轿车采用比较柔软的螺旋弹簧,负载后弹簧的变形行程会比较大,导致汽车空载和负载的时候离地间隙相差有几十毫米,使汽车的通过性受到影响。同时车辆在不同的行驶状态时对悬挂有不同的要求。一般行驶时就需要柔软一点的悬挂以求舒适感,当急转弯及制动时又需要硬一点的悬挂以求稳定性,这两个主要性能要求存在着冲突和矛盾。普遍使用的被动悬挂因为具有固定的悬挂刚度和阻尼系数,不能同时满足乘坐舒适性和操控稳定性的要求。

[0005] 为了解决乘坐舒适性和操控稳定性之间的矛盾,产生了电控悬挂技术,目前公知电控悬挂的控制形式主要有两种,由液压控制的形式和由气压控制的形式。电控悬挂的液压控制形式是相对先进的形式,主动悬挂就属于这一类形式,它采用一种有源方式来抑制路面对车身的冲击力及车身倾斜力。电控悬挂的气压控制形式又称为自适应悬挂,它通过在一定范围内的调整来应对路面的变化。不管是主动悬挂还是自适应悬挂,它们都有电子

控制元件 (ECU), 有 ECU 就必然要有传感器。传感器是电控悬挂上重要的零部件, 一旦失灵整个悬挂系统工作就会不正常。所有这些不免使现有的电控悬挂系统的结构复杂, 技术要求高, 成本昂贵, 功耗大等缺陷, 限制了这种高性能悬挂在车辆上的广泛应用。

[0006] 与本发明最相近的专利是《使用结合有挠性骨架的弹簧以改善刚度曲线的车轮悬置装置》(CN97181615.8), 此发明涉及的车轮悬置装置使用一个螺旋弹簧和一个保持和连接挠性骨架, 在正常行驶位置压缩一部分弹簧, 使之保持在压缩状态, 以获得两种不同的刚度曲线, 其转折点位于正常行驶位置附近; 压缩时, 全部螺旋弹簧被压缩, 而放松时, 只有弹簧的未压缩部分被放松, 因此, 悬置装置是不对称的, 放松时的刚度大于压缩时的刚度。一方面, 每个骨架包括两个固定件, 一个固定件与螺旋弹簧一个簧圈的全部或部分相配合, 另一个固定件或者与弹簧的另一个簧圈的全部或部分相配合, 或者与减振器的壳体相配合, 另一方面, 每个骨架包括一个纵向件, 该纵向件在压缩时可变形, 在放松时不变形, 与两个固定件相连接, 骨架限制和压缩螺旋弹簧的至少两个簧圈。但是此发明仅限于在小范围内改变弹簧的刚度, 在不需横向稳定杆的情况下仍可以改善车辆的行驶性能, 但是在同一个弹簧加设装置对其刚度的改变有限, 同时没有涉及降低减振器的阻尼内容, 并不能从根本上改善悬挂装置的操控和舒适性能。

## 发明内容

[0007] 本发明的主要目的是提供一种组合弹簧补偿悬挂装置, 当车辆正常行驶以及在安全范围内加减速或转弯过程中, 这种悬挂系统使车辆对侧倾、俯仰、横摆、跳动和车身高度的控制都非常有效, 使来自于地面的冲击或车体产生的不平衡能被悬挂有效的吸收, 最大限度保持车轮对地面的附着力, 以充分发挥车轮的驱动制动作用, 使车辆在高速行驶和转弯时的稳定性大大提高。此外车辆的载重量发生变化时, 车辆始终能保持一定的车身高度, 所以悬挂的几何关系也可以确保不变, 从而使车体与路面或轨道平面始终保持所要求的平行状态, 达到或超过目前普遍的主动式悬挂的使用效能。

[0008] 上述目的的实现是通过对悬挂系统的弹性元件也就是弹簧的组合及载荷补偿来实现的。我们以车辆负载时在水平面上平衡静止时悬挂的行程为静挠度, 以车辆空载时静止在平面时悬挂所承受的负荷为空载荷  $G_0$ , 以车辆负载时静止在平面时悬挂所承受的负荷为  $G$ , 悬挂的最大压缩时的行程为动挠度。通过不同弹簧的组合设计, 使其在悬挂的静挠度附近, 悬挂所承受的负荷一定范围内变化时, 悬挂的行程不发生变化或变化很小, 悬挂的行程不发生变化的载荷范围称为补偿区间 (设最小为  $A$ , 最大为  $B$ ,  $A < G_0 < G < B$ ), 悬挂的负荷在补偿区间内变化时, 悬挂的行程不变或变化很小, 悬挂的负荷超过补偿区间时, 悬挂的行程才会发生变化。

[0009] 本发明所述的悬挂的弹性元件是由自由弹簧和补偿弹簧组合而成, 当车辆的悬挂行程长于静挠度时, 由自由弹簧提供弹性支撑力, 当车辆的悬挂行程在静挠和动挠度之间变化时, 由补偿弹簧和自由弹簧共同提供弹性支撑力或补偿弹簧单独提供弹性支撑力, 这种技术的最主要特征就是补偿弹簧的最大行程受到预紧件的限制, 仅在悬挂的静挠度到动挠度范围内工作。

[0010] 以上的设计方法能够使悬挂系统的弹性元件对于一些负荷变化较小的车辆具备理想的刚度特性: 在悬挂的静挠度附近具备负荷自动补偿功能, 一方面, 当悬挂负荷在补偿

区间的范围内变化时,虽然悬挂的负荷发生增大或减小的变化,悬挂的补偿弹簧在预紧装置的作用下,长度不变,另一方面,当悬挂负荷超过这个补偿区间的范围时,即小于 A 时,自由弹簧长度变化,补偿弹簧长度不变,大于 B 时,自由弹簧和补偿弹簧长度同时变化。也就是说悬挂的行程在空载到负载时都不发生变化或变化很小;这时由于补偿弹簧的预紧力使悬挂的弹性元件在此行程时具有了负荷自动补偿的功能,在悬挂的静挠度附近,整个悬挂的弹性元件的刚度变得很大,远远超过了弹簧本身的刚度,使车辆具有良好的操控性,同时悬挂行程在离开静挠度时,自由弹簧和补偿弹簧就会恢复原来的刚度,悬挂的行程仍然会随着负荷的变化发生相应的变化,保持车辆的乘坐舒适性。

[0011] 一般车辆具备四个或四个以上的悬挂装置,当一个悬挂装置所连接的车轮受到来自于地面或轨道的冲击时,这个悬挂受到的负荷会超过悬挂载荷的补偿区间,悬挂的行程会发生变化,这个悬挂装置作用于车身的负荷也会发生变化,并通过车身传导到其它悬挂装置的连接处,此时其他悬挂装置工作于静挠度附近的补偿区间,所受的负荷变化如果小于补偿区间的载荷范围,则这个变化的负荷被补偿掉,受到影响的悬挂的行程不发生变化或变化很小,从而使整个车身可以保持不动,如果超过补偿区间的载荷范围,悬挂装置的行程会发生变化,但因为存在载荷补偿区间,悬挂装置的行程会产生一个回到静挠度行程的趋势并很快回到静挠度附近,使车辆的操控性也会很快恢复到最佳状态。

[0012] 采用这种设计的悬挂就同时具备了两个作用,首先是良好的几何变形能力,因为这样的弹性组件在其主要行程内都有较小的刚度,虽然中间有很小的部分刚度很大,通过设计能够使这个范围减小到车辆的舒适性所允许的参数范围以内。当冲击超过这个范围时,就会使悬挂的弹性元件发生所需要的变形,而这个变形所导致的弹性支撑力的变化会被其它处于高刚度工作状态的悬挂吸收,使其对车体所产生的影响减至很小。其次是悬挂的弹性元件有自动工作在高刚度区间的趋势,在这个趋势的影响下,悬挂大部分时间工作在高刚度状态,此时因为高刚度的作用,车体的侧倾、俯仰和载荷变化等都会被高刚度的悬挂有效吸收,甚至不需要横向和纵向稳定杆,也能保持很好的平衡,在普通驾驶状态下,车辆不会出现明显的转弯侧倾,刹车点头和加速后仰现象。这些是目前悬挂技术中最高级的技术也难以实现的,同时因为悬挂依靠弹性元件中补偿弹簧的作用实现了较理想的特性,减少了车体的振动,弱化了悬挂中减振器对于车身姿态保持的作用,可采用轻阻尼减振器,可有效降低成本,对于简化悬挂中减振器的结构并降低悬挂的成本有关键的作用。

[0013] 本发明是这样实现的:

[0014] 一种组合弹簧补偿悬挂装置,其特征在于,它包括有自由弹簧、补偿弹簧、补偿弹簧预紧装置(2)、轻阻尼减振器(7)和导向机构(5);所述的自由弹簧、补偿弹簧、轻阻尼减振器设置在车架(1)与导向机构(5)之间,所述的补偿弹簧与车架(1)或导向机构(5)连接,在补偿弹簧一端安装有补偿弹簧预紧装置(2),导向机构(5)用来连接车轮和车身,为自由弹簧(6)、补偿弹簧(3)和轻阻尼减振器(7)提供定位安装。

[0015] 其中,所述的自由弹簧(6)上端与车架(1)连接、下端与导向机构(5)连接,所述的轻阻尼减振器(7)上端与车架(1)连接、下端与导向机构(5)连接;所述的补偿弹簧(3)上端与车架(1)连接或下端与导向机构(5)固定连接,并在连接端安装有补偿弹簧预紧装置(2),该补偿弹簧(3)下端或上端安装有隔振块;该轻阻尼减振器(7)、自由弹簧(6)和补偿弹簧(3)在车架(1)与导向机构(5)之间形成并联安装。

[0016] 其中,所述的自由弹簧(6)下端与导向机构(5)连接、上端与轻阻尼减振器(7)下端连接,在轻阻尼减振器(7)外壁下端连接有导向筒(11);所述的补偿弹簧(3)下端与轻阻尼减振器(7)上端连接,该补偿弹簧(3)上端与车架(1)连接,并在连接端安装有补偿弹簧预紧装置(2),该补偿弹簧(3)、轻阻尼减振器(7)、自由弹簧(6)依次连接在车架(1)与导向机构(5)之间形成串联安装。在这种安装形式中,也可倒置安装。所述的自由弹簧(6)上端与车架(1)连接、下端与轻阻尼减振器(7)上端连接,在轻阻尼减振器(7)外壁上端连接有导向筒(11);所述的补偿弹簧(3)上端与轻阻尼减振器下端连接,该补偿弹簧(3)下端与导向机构(5)连接,并在连接端安装有补偿弹簧预紧装置(2),该自由弹簧(6)、轻阻尼减振器(7)、补偿弹簧(3)依次连接在车架(1)与导向机构(5)之间形成串联安装。

[0017] 其中,所述的自由弹簧(6)中心下端与导向机构(5)连接、两侧上端与车架(1)连接,所述的补偿弹簧(3)上端与车架(1)连接,该补偿弹簧(3)下端安装有隔振块(4),该隔振块(4)与自由弹簧(6)对中布置。

[0018] 其中,自由弹簧(6)和补偿弹簧(3)并联安装时,以车辆空载时悬挂所承受的载荷为 $G_0$ ,负载时悬挂所承受的载荷为 $G$ ,组成悬挂的补偿弹簧(3)的预紧力 $F > G - G_0$ ,自由弹簧(6)在车辆的静挠度值附近时,对车辆所提供的弹性支撑力 $f < G_0$ 。为了增加车辆的操控性,在设计时,组成悬挂的螺旋补偿弹簧的预紧力 $F \geq 1.1(G - G_0)$ ,螺旋自由弹簧在车辆的静挠度值附近时,对车辆所提供的弹性支撑力 $f \leq 0.9G_0$ 。如果是需要操控性很强的车辆,可以设计很大的倍数,比如赛车,可以 $F \geq 2(G - G_0)$ , $f \leq 0.5G_0$ 。

[0019] 其中,自由弹簧(6)和补偿弹簧(3)串联安装时,以车辆空载时悬挂所承受的载荷为 $G_0$ ,负载时悬挂所承受的载荷为 $G$ ,组成悬挂的补偿弹簧(3)的预紧力 $F > G$ ,自由弹簧(6)在车辆的静挠度值附近时,对车辆所提供的弹性支撑力满足 $f < G_0$ 。

[0020] 其中,组成悬挂的补偿弹簧(3)的预紧力 $F > 1.1(G - G_0)$ ,自由弹簧(6)在车辆的静挠度值附近时,对车辆所提供的弹性支撑力 $f < 0.9G_0$ 。这种悬挂一般用于摩托车等悬挂行程很长的车辆上,应用于赛车相对较少,当然也可以按照并联的倍数去设计。

[0021] 当然为了提高车辆的舒适性,也可以根据负荷的大小和运行要求随时调整补偿区间的范围大小,具体可以通过调节装置对补偿弹簧的预紧力进行动态调整来实现,通常的调节装置有电子自动调节或手动调节的方式。

[0022] 其中,组成悬挂的补偿弹簧(3)的预紧力 $F > 1.1G$ ,自由弹簧(6)在车辆的静挠度值附近时,对车辆所提供的弹性支撑力 $f < 0.9G_0$ 。

[0023] 其中,所述的轻阻尼减振器的阻尼系数在伸张行程小于0.25,压缩行程小于0.15。因为车身的平衡以补偿弹簧保持,同时车身的振动减轻,所以采用阻尼系数更小的减振器就可保持车辆的行驶性能。

[0024] 本发明有益效果是:通过悬挂中弹性元件的组合及补偿作用,实现了超过主动式悬挂的性能要求,适合于大部分的公路和轨道车辆,对于负荷变化很小的客运车辆尤其适用,不仅降低制造成本,还提升了操控性及舒适性。

## 附图说明

[0025] 图1是本发明实施例1中的悬挂处于最大行程时的组合弹簧补偿悬挂示意图,此时悬挂的负荷小于补偿区间,自由弹簧处于伸长状态,补偿弹簧没有负荷。

[0026] 图 2 是本发明实施例 1 中的悬挂处于静挠度时的组合弹簧补偿悬挂示意图,此时悬挂的负荷在补偿区间范围内,自由弹簧分担一部分负荷,补偿弹簧分担一部分负荷但小于预紧力,此时悬挂处于负载时的平衡静止状态。

[0027] 图 3 是本发明实施例 1 中的悬挂处于动挠度时的组合弹簧补偿悬挂示意图,此时悬挂的负荷大于补偿区间,自由弹簧继续被压缩,补偿弹簧分担的负荷大于预紧力,继续被压缩,此时悬挂处于较大压缩状态。

[0028] 图 4 是本发明实施例 2 中的悬挂处于最大行程时的充气弹簧补偿悬挂示意图,此时悬挂的负荷小于补偿区间,自由弹簧是钢板弹簧处于放松状态,补偿弹簧是充气弹簧没有负荷。

[0029] 图 5 是本发明实施例 2 中的悬挂处于静挠度时的气弹簧补偿悬挂示意图,此时悬挂的负荷在补偿区间范围内,自由弹簧是钢板弹簧分担一部分负荷,补偿弹簧是气弹簧分担一部分负荷但没有被压缩,此时悬挂处于负载时的平衡静止状态。

[0030] 图 6 是本发明实施例 2 中的悬挂处于动挠度时的气弹簧补偿悬挂示意图,此时悬挂的负荷大于补偿区间,钢板弹簧继续被压缩,气弹簧继续被压缩,此时悬挂处于较大压缩状态。

[0031] 图 7 是本发明实施例 3 中的悬挂处于最大行程时的自由弹簧补偿悬挂示意图,自由弹簧和补偿弹簧为串联设计。此时悬挂的负荷小于补偿区间,自由弹簧处于放松状态,补偿弹簧没有负荷。

[0032] 图 8 是本发明实施例 3 中的悬挂处于静挠度时的自由弹簧补偿悬挂示意图,自由弹簧和补偿弹簧为串联设计。此时悬挂的负荷在补偿区间范围内,自由弹簧全部被压缩,补偿弹簧承担全部负荷,但是除预紧外,没有继续被压缩,此时悬挂处于负载时的平衡静止状态。

[0033] 图 9 是本发明实施例 3 中的悬挂处于动挠度时的自由弹簧补偿悬挂示意图,自由弹簧和补偿弹簧为串联设计。此时悬挂的负荷大于补偿区间,自由弹簧处于最大压缩状态,补偿弹簧继续被压缩,此时悬挂处于较大压缩状态。

[0034] 图 10 是本发明实施例 4 中的悬挂处于最大行程时的自由弹簧补偿悬挂示意图,自由弹簧和补偿弹簧为串联设计。此时悬挂的负荷小于补偿区间,自由弹簧处于放松状态,补偿弹簧没有负荷。

[0035] 图 11 是本发明实施例 4 中的悬挂处于静挠度时的自由弹簧补偿悬挂示意图,自由弹簧和补偿弹簧为串联设计。此时悬挂的负荷在补偿区间范围内,自由弹簧全部被压缩,补偿弹簧承担全部负荷,但是除预紧力外,没有继续被压缩,此时悬挂处于负载时的平衡静止状态。

[0036] 图 12 是本发明实施例 4 中的悬挂处于动挠度时的自由弹簧补偿悬挂示意图,自由弹簧和补偿弹簧为串联设计。此时悬挂的负荷大于补偿区间,自由弹簧处于最大压缩状态,补偿弹簧继续被压缩,此时悬挂处于较大压缩状态。

#### 具体实施方式：

[0037] 参见图 1、图 2、图 3,实施例 1 中,图中车架 (1),补偿弹簧预紧装置 (2),补偿弹簧 (3),隔振块 (4),导向机构 (5),自由弹簧 (6),轻阻尼减振器 (7),车轮 (8)。



[0038] 本发明所述的悬挂包含车架 1, 补偿弹簧预紧装置 2, 补偿弹簧 3, 隔振块 4, 导向机构 5, 自由弹簧 6, 轻阻尼减振器 7, 车轮 8。其中弹性元件是由自由弹簧 6 (自由弹簧 6 是螺旋弹簧) 和补偿弹簧 3 (补偿弹簧 3 是螺旋弹簧) 并联组合而成, 当车辆静止或处于平衡状态时, 车轮对悬挂所产生的负荷由自由弹簧 6 和补偿弹簧 3 共同负担, 悬挂的负荷在补偿区间 (设补偿区间最小值为 A, 最大值为 B, 车辆空载时悬挂所承受的载荷为  $G_0$ , 负载负载时悬挂所承受的载荷为 G, 则  $A < G_0 < G < B$ , 这个数值是设计的最小范围, 一般设计都会超过这个范围) 时, 自由弹簧 6 和补偿弹簧 3 的长度均不发生变化, 只有隔振块 4 会发生一定的形变, 也就是说随着负荷的变化悬挂的行程仅发生很小的变化。

[0039] 在这种悬挂中, 组成悬挂的补偿弹簧的预紧力  $F > 1.1(G - G_0)$ , 自由弹簧对车辆所提供的弹性支撑力  $f < G_0$ 。

[0040] 悬挂的负荷小于  $0.9G_0$  时, 悬挂的自由弹簧 6 伸长, 承担全部负荷; 补偿弹簧 3 长度不变, 不分担负荷。

[0041] 悬挂的负荷超过  $1.1(G - G_0)$  时, 悬挂的自由弹簧 6 继续被压缩, 承担一部分负荷; 补偿弹簧 3 被压缩, 分担其余负荷。

[0042] 这种技术的最主要特征就是补偿弹簧 3 的最大行程受到预紧装置 2 的限制, 仅在悬挂的静挠度到动挠度范围内工作。

[0043] 在悬挂的静挠度附近, 如果悬挂的空载荷是  $G_0$ , 负载时悬挂所承受的载荷荷为 G, 悬挂的自由弹簧 6 所提供的支撑力 f 和补偿弹簧 3 的预紧力 F 需要同时满足如下的关系:

$$[0044] \quad \begin{cases} f < G_0 < G < F + f \\ F + f \geq 1.1G \\ f \leq 0.9G_0 \end{cases}$$

[0045] 也就是说此时自由弹簧 6 所提供的支撑力小于悬挂所承受的静载荷, 还有一部分载荷由预紧力限制的补偿弹簧 3 的来承担, 当悬挂的载荷满足上述要求时, 悬挂的负荷在其静挠度值附近一定范围内发生变化时, 由于补偿弹簧 3 预紧力的补偿作用, 自由弹簧 6 和补偿弹簧 3 的长度均不发生变化, 悬挂的行程即使发生变化, 也仅是隔振块受到压缩所发生的形变, 不过形变量很小, 总体效果就是悬挂的行程变化很小, 在这个负荷范围内, 悬挂的刚度很高。当悬挂的负荷的变化超过了这个范围, 则两个弹簧就会发生相应的行程变化, 完全可以满足车辆的行驶要求。

[0046] 通过合理的设计, 使车辆的悬挂负荷一定范围内变化时, 悬挂的行程不变或仅发生很小的变化, 这正是车辆悬挂所最需要的特性。比如当一个车轮受到冲击时, 这个悬挂同时也受到冲击, 其负荷的变化也会对车体产生一个振动冲击, 这个冲击通过车架传到其它悬挂, 但是因为其它悬挂工作在补偿区间内, 由冲击所带来的负荷的变化如果在其它悬挂的补偿区间内, 其它悬挂的行程不发生变化或者变化很小, 整个车身依然保持相对平衡的状态; 同样如果车辆因为速度、方向以及载重变化但在补偿区间的范围内发生变化时, 悬挂负荷发生的变化也能被悬挂的补偿弹簧 3 补偿掉, 悬挂的行程依然保持所需要的稳定状态, 车辆能保持良好的操纵性和稳定性, 同时不影响车辆的舒适性能。

[0047] 参见图 4、图 5、图 6, 实施例 2 中, 补偿弹簧 (3), 隔振块 (4), 自由弹簧 (6), 车轮 (8)。

[0048] 实施例 2 中, 本发明的车辆悬挂的弹性元件同样的包括自由弹簧 6 和补偿弹簧 3,

其中补偿弹簧 3 为充气弹簧,自由弹簧 6 为钢板弹簧。

[0049] 本实施例中气补偿弹簧 3 所起的作用与实施例 1 中所述的补偿弹簧 3 相同,钢板弹簧所起的作用与实施例 1 中所述的自由弹簧 6 相同。不同的是充气弹簧本身具有预紧弹簧的特性,不需要另外增加预紧装置,钢板弹簧可以同时起到导向连接的作用,悬挂的结构可以采用更简化的设计,同时充气弹簧的隔振性能已经很好,增加的隔振块 4 可以更进一步的减少噪音,钢板弹簧本身已具备一定的减振作用,如果对减振的要求不高时,可采用取消减振器的设计。在这种悬挂中,组成悬挂的充气弹簧的预紧力  $F > 1.1(G-G_0)$ ,自由弹簧对车辆所提供的弹性支撑力  $f < G_0$ 。

[0050] 参见图 7、图 8、图 9,实施例 3 中,自由弹簧 (6),轻阻尼减振器 (7),导向筒 (11),补偿弹簧 (3),车轮 (8)。

[0051] 实施例 3 中,本发明的车辆悬挂的弹性元件同样的包括自由弹簧 6 和补偿弹簧 3,其中补偿弹簧 3 为螺旋弹簧,自由弹簧 6 为螺旋弹簧。

[0052] 本实施例中补偿弹簧 3 所起的作用与实施例 1 中所述的补偿弹簧 3 相同,自由弹簧 6 所起的作用与实施例 1 中所述的自由弹簧 6 相同。不同的是本实施例中,补偿弹簧 3 与自由弹簧 6 是串联连接,轻阻尼减振器 7 上连接有自由弹簧 6 的导向筒 11,不仅可以起弹簧导向作用,还可以限制自由弹簧 6 的行程,使其提供的弹性支撑力满足  $f < G_0$ ,同时设计使补偿弹簧的预紧力  $F > G$ 。

[0053] 在悬挂的静挠度附近,如果悬挂的空载荷是  $G_0$ ,负载时悬挂所承受的的载荷为  $G$ ,悬挂的自由弹簧 6 所提供的支撑力  $f$  和补偿弹簧 3 的预紧力  $F$  有如下的关系:

$$[0054] \quad \begin{cases} f < G_0 < G < F \\ F \geq 1.1G \\ f \leq 0.9G_0 \end{cases}$$

[0055] 在这种悬挂中,为增加车辆的操控性,通常组成悬挂的补偿弹簧 3 的预紧力  $F > 1.1G$ ,自由弹簧 6 对车辆所提供的弹性支撑力  $f < 0.9G_0$ 。

[0056] 参见图 10、图 11、图 12,实施例 4 中,自由弹簧 (6),轻阻尼减振器 (7),导向筒 (11),补偿弹簧 (3),车轮 (8)。

[0057] 实施例 4 中,本发明的车辆悬挂的弹性元件同样的包括自由弹簧 6 和补偿弹簧 3,其中补偿弹簧 3 为螺旋弹簧,自由弹簧 6 为螺旋弹簧 6。

[0058] 本实施例中补偿弹簧 3 所起的作用与实施例 3 中所述的补偿弹簧 3 相同,自由弹簧 6 所起的作用与实施例 3 中所述的自由弹簧 6 相同。不同的是本实施例中,补偿弹簧 3 在下,自由弹簧 6 是在上,轻阻尼减振器 7 上连接有自由弹簧 6 的导向筒 11,不仅可以起弹簧导向作用,还可以限制自由弹簧 6 提供的弹性支撑力满足  $f < G_0$ ,同时设计使补偿弹簧 3 的预紧力  $F > G$ 。

[0059] 具体结构是,自由弹簧 6 上端与车架 1 连接、下端与轻阻尼减振器 7 上端连接,在轻阻尼减振器 7 外壁上端连接有导向筒 11;所述的补偿弹簧 3 上端与轻阻尼减振器 7 下端连接,该补偿弹簧 3 下端与导向机构 5 连接,并在连接端安装有补偿弹簧预紧装置 2,该自由弹簧 6、轻阻尼减振器 7、补偿弹簧 3 依次连接在车架 1 与导向机构 5 之间形成串联安装。

[0060] 总结如上说明和实施例,本发明所述的车辆悬挂设计方法和结构不同于以前的车辆悬挂装置,这种悬挂装置依靠悬挂两个以上弹性元件的组合及补偿实现了车辆多个悬挂

的互相自动补偿特性,为满足悬挂的操纵性和舒适性要求提供了新的设计方法。

[0061] 以上的实施例只是对于本发明的设计原理进行的举例说明,实际的设计和结构可能会有更多的变化,比如补偿区间的范围可能不仅仅需要满足  $A < G_0 < G < B$ ,也有  $B-A$  超过  $(G-G_0)50\%$  以上的设计,对于特种车辆甚至可能超过 1 倍,另外也可以检测负荷的大小通过调整装置对  $B-A$  值的大小进行动态调节,可以满足更高的舒适性要求总之,本专利通过对补偿区间的设计,对一单一悬挂所产生的对车身的影响可以通过其它悬挂进行补偿和修正,最终可以保持和减少车身的振动,可以同时提高操纵性和舒适性。这种设计和装置均通过对补偿弹簧的预紧来实现,对于通过弹簧预紧实现悬挂的自动补偿功能的设计和结构,均在此专利保护范围内。

[0062] 采用这种设计的悬挂一方面有很好的几何变形能力,具备吸收来自路面冲击的能力,有效减少或避免车身的振动;另一方面在悬挂在静挠度时,对悬挂的负荷具备自动补偿功能,使车辆在速度、方向以及载重发生变化时,能够有效减少或避免悬挂行程过度变化,有效的解决了车辆乘坐舒适性和操控稳定性的矛盾,具有相当于或超过一般车辆上电子控制的主动悬挂的使用效果。

[0063] 以上所述是本发明的较佳实施例及其所运用的技术原理,对于本领域的技术人员来说,在不背离本发明的精神和范围的情况下,任何基于本发明技术方案基础上的等效变换、简单替换等显而易见的改变,均属于本发明保护范围之内。

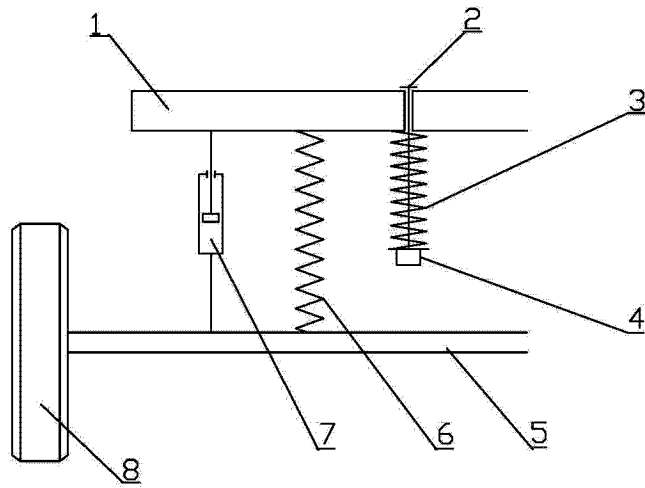


图 1

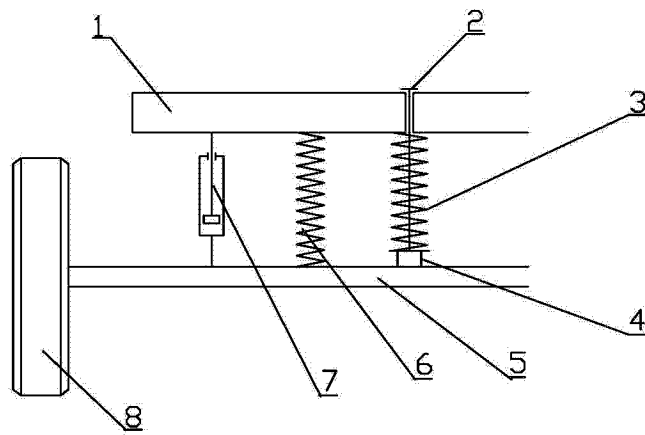


图 2

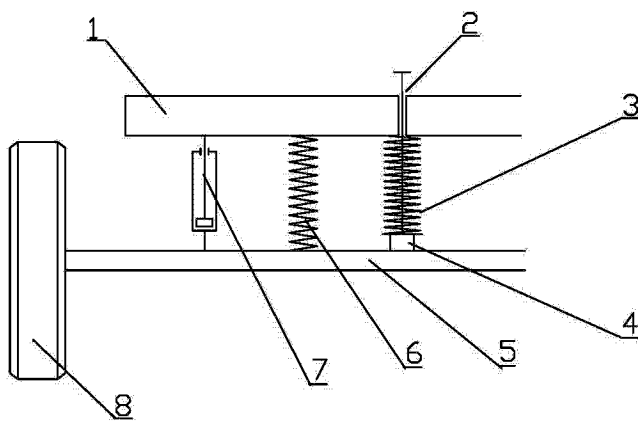


图 3

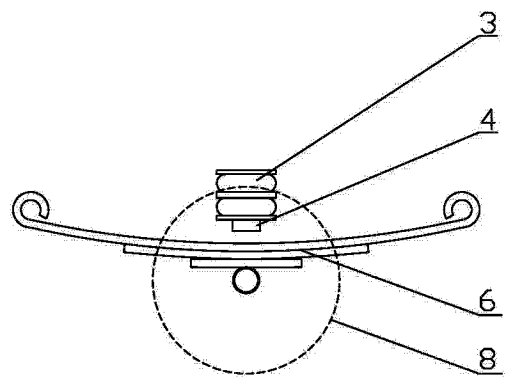


图 4

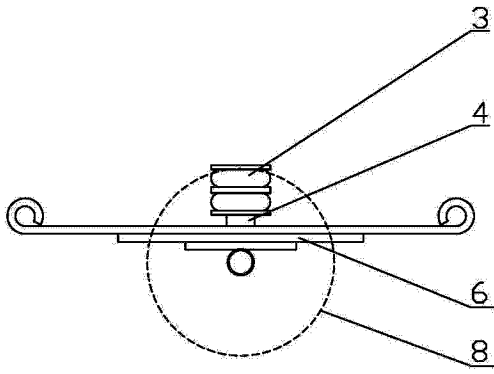


图 5

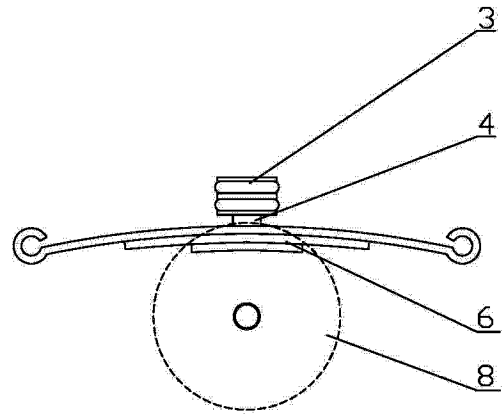


图 6

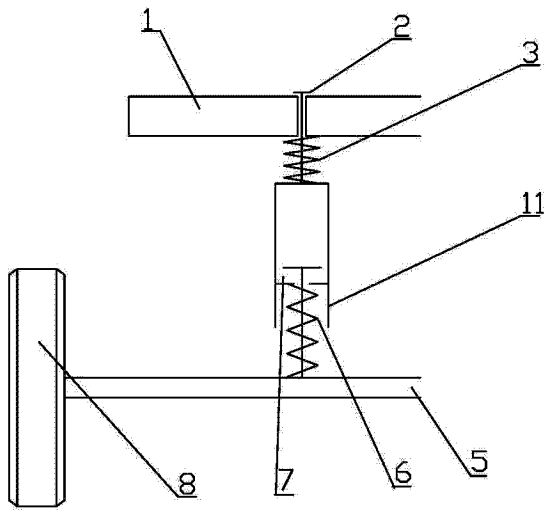


图 7

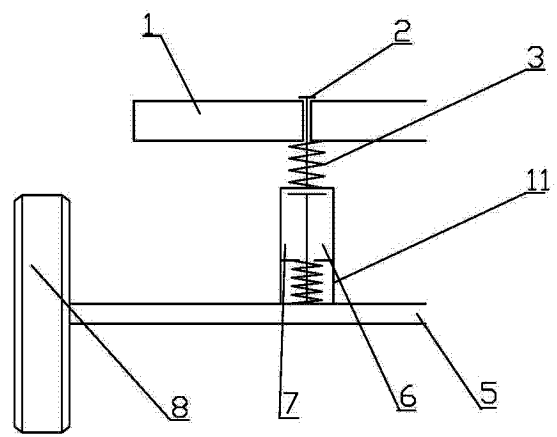


图 8

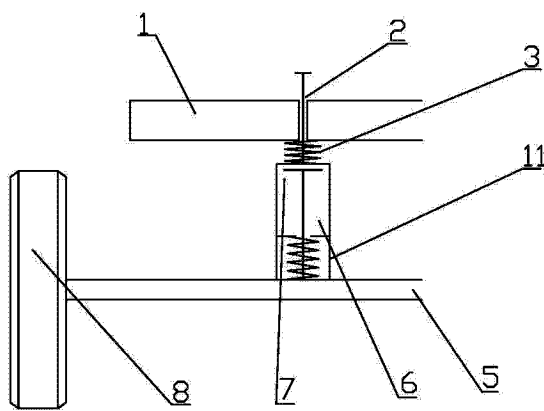


图 9

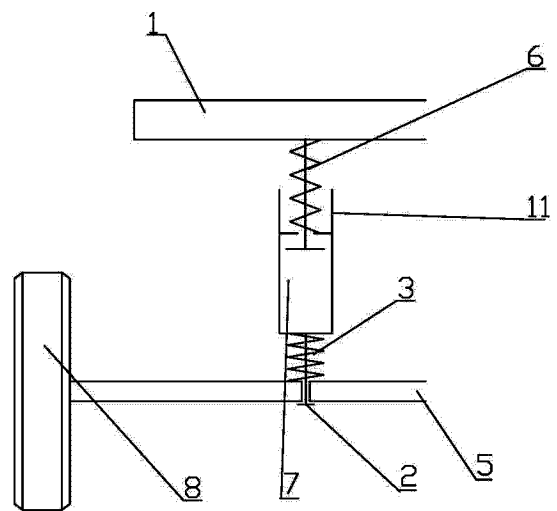


图 10

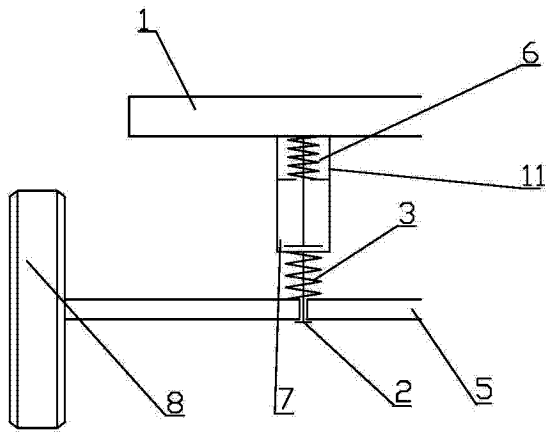


图 11

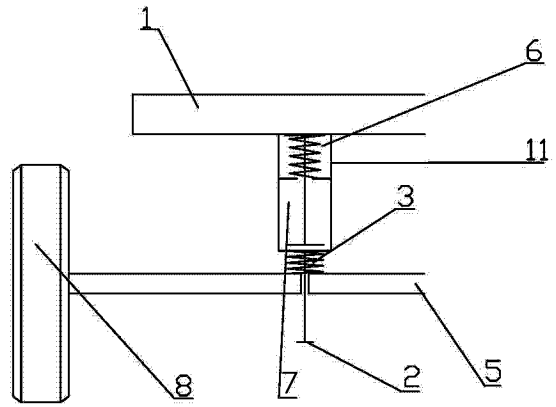


图 12