

主被动双模式可切换车辆悬架系统及其切换方法

技术领域

本发明属于车辆悬架技术领域，尤其涉及一种主动悬架和被动悬架可切换的悬架系统及其切换方法。

背景技术

悬架系统是车辆的重要组成部分，其作用是传递车轮和车架之间的力和力矩，缓冲由不平路面传递给车身的冲击力，并衰减由此引起的振动，以保证汽车的行驶平顺性和操纵稳定性。主动悬架相比被动悬架具备更好的减振性能，但其可靠性相比被动悬架稍差，若车辆仅装配主动悬架，一旦其发生故障，车辆的行驶安全性和机动性则很难保证。因此，将主动悬架和被动悬架集成于一个车体并可随时切换则能在提高乘坐舒适性的同时保证车辆的行驶安全性和机动性。

现有技术中，集成于一个车体的主动悬架系统和被动悬架系统相互切换时因两系统压力不等会发生强烈的振颤问题，存在较大的安全隐患；主动悬架系统的有效工作需要蓄能器作为辅助动力源，被动悬架系统的有效工作需要蓄能器作为弹性元件，而现有技术中，主动悬架用蓄能器和被动悬架用蓄能器为独立的两个元件，各司其职，蓄能器的体积和质量相比其他液压元件较大，若其数量较多则不仅对有限的车体布置空间提出较高的要求，而且会额外增加车体重量，不利于车辆的轻量化。

发明内容

针对上述技术问题，本发明的目的在于提出一种能够实现工作模式切换平稳，并且蓄能器可以在两种工作模式下复用的主被动双模式可切换车辆悬架系统及其切换方法。

首先，本发明提出了一种主被动双模式可切换车辆悬架系统，其包括过滤器，液压泵，单向阀，取力器，伺服阀，悬挂缸，溢流阀，蓄能器，换向阀，第一压力传感器，第二压力传感器，控制器，油箱和位移传感器；

所述过滤器的进油口通过油管与油箱相连，所述过滤器的出油口通过油管与所述液压泵的进油口相连；所述液压泵的出油口通过油管与所述单向阀的进油口相连；所述单向阀的出油口通过油管与所述伺服阀的进油口相连；所述伺服阀的回油口通过油管与所述油箱相连。

所述液压泵的驱动轴与所述取力器通过机械结构连接；所述取力器与车辆发动机的动力

输出轴连接，所述取力器用于从车辆发动机处获取动力并将动力传输至液压泵。

所述伺服阀为三位四通电液伺服阀，包括左位、中位和右位三种状态；所述伺服阀的第一工作油口与所述悬挂缸的无杆腔相连，所述伺服阀的第二工作油口与所述悬挂缸的有杆腔相连；当所述伺服阀处于中位时，所述伺服阀的进油口和回油口与所述伺服阀的第一工作油口和第二工作油口之间的所有通路均被截止；当所述伺服阀处于左位时，所述伺服阀的进油口和所述伺服阀的第一工作油口之间的通路导通，伺服阀的回油口和所述伺服阀的第二工作油口之间的通路导通；当所述伺服阀处于右位时，所述伺服阀的进油口和所述伺服阀的第二工作油口之间的通路导通，所述伺服阀的回油口和所述伺服阀的第一工作油口之间的通路导通；

所述悬挂缸与车体铰接，所述悬挂缸上设有位移传感器，用以监测活塞杆相对液压缸筒的位移量。

所述溢流阀的进油口通过油管与所述单向阀的出油口相连，所述溢流阀的出油口通过油管与油箱相连，所述溢流阀开启压力的大小由所述控制器给出控制信号至所述溢流阀的控制端进行调节。所述比例溢流阀既可作为主动悬架系统的安全阀使用也可做被动悬架系统的安全阀使用。

所述换向阀与所述伺服阀并联设置，所述换向阀的进油口通过油管与油箱相连，所述换向阀的回油口通过油管与所述溢流阀的进油口相连；所述换向阀的第一工作油口通过油管与所述悬挂缸的有杆腔相连，所述换向阀的第二工作油口通过油管与悬挂缸的无杆腔相连。

所述蓄能器设置在换向阀的回油口和所述溢流阀进油口之间油路中，所述蓄能器既能作为主动悬架系统的辅助动力源使用，也可作为被动悬架系统的弹性元件使用。

所述蓄能器和所述换向阀的回油口之间的油路上设有第一压力传感器，用于检测所述蓄能器内油液压力；所述悬挂缸的无杆腔和所述伺服阀的第一工作油口之间的油路上设有第二压力传感器，用于检测所述悬挂缸无杆腔内油液压力。

所述取力器的控制端、所述伺服阀的控制端、所述溢流阀的控制端和所述换向阀的控制端均与控制器连接，其信号均由所述控制器给出。

所述伺服阀为三位四通电液伺服阀，包括左位、中位和右位三种状态；当所述伺服阀处于中位时，所述伺服阀的进油口和回油口与所述伺服阀的第一工作油口和第二工作油口之间的所有通路均被截止；当所述伺服阀处于左位时，所述伺服阀的进油口和所述伺服阀的第一工作油口之间的通路导通，所述伺服阀的回油口和所述伺服阀的第二工作油口之间的通路导通，此时油液可经所述伺服阀的进油口和所述伺服阀的第一工作油口进入所述悬挂缸的无杆腔内，同时，所述悬挂缸有杆腔内的油液可经所述伺服阀的第二工作油口和所述伺服阀的

回油口流回所述油箱；当所述伺服阀处于右位时，所述伺服阀的进油口和所述伺服阀的第二工作油口之间的通路导通，所述伺服阀的回油口和所述伺服阀的第一工作油口之间的通路导通，此时油液可经所述伺服阀的进油口和所述伺服阀的第二工作油口进入所述悬挂缸的有杆腔内，同时，所述悬挂缸无杆腔内的油液可经所述伺服阀的第一工作油口和其回油口流回油箱。

优选的，所述溢流阀为比例溢流阀。

优选的，所述换向阀为二位四通电磁换向阀，包括做截止和导通两种状态。当所述换向阀处于截止状态时，所述换向阀的进油口和所述换向阀的回油口与所述换向阀的第一工作油口和第二工作油口之间的所有通路均被截止；当所述换向阀处于导通状态时，所述换向阀的进油口和所述换向阀的第一工作油口之间的通路以及所述换向阀的回油口和所述换向阀的第二工作油口之间的通路均被导通；所述悬挂缸无杆腔内的油液可经所述换向阀的第二工作油口和所述换向阀的回油口流至所述蓄能器中，所述油箱中的油液可经所述换向阀的进油口和所述换向阀的第一工作油口流至所述悬挂缸的有杆腔中，反之，所述蓄能器中的油液也可经所述换向阀的回油口和所述换向阀的第二工作油口流至所述悬挂缸的无杆腔中，所述悬挂缸有杆腔中的油液也可经所述换向阀的第一工作油口和所述换向阀的进油口流回油箱。

其次，本发明提出了一种主被动双模式可切换车辆悬架系统的切换方法：

当悬架系统为主动悬架模式时，所述换向阀处于截止状态，所述溢流阀此时的开启压力为主动悬架系统安全工作的最大压力 p_a ，所述取力器与所述车辆发动机的动力输出轴连接并从此处取得动力输出至所述液压泵，带动所述液压泵工作，所述控制器根据行驶路况及车体状况输出相应控制信号至所述伺服阀的控制端，调控其工作，此时所述蓄能器作为主动悬架系统的辅助动力源使用，所述溢流阀作为主动悬架系统的安全阀使用。

当悬架系统为被动悬架模式时，所述换向阀处于导通状态，溢流阀此时的开启压力为被动悬架系统安全工作的最大压力 p_s ，所述取力器与所述车辆发动机的动力输出轴断开，液压泵停止工作，伺服阀处于中位状态，此时所述蓄能器作为被动悬架系统的弹性元件使用，所述溢流阀作为被动悬架系统的安全阀使用。其包括如下步骤：

S1. 当车辆驻车由主动悬架切换至被动悬架时，所述控制器根据位移传感器的反馈信号输出相应的位移指令至所述伺服阀的控制端，所述伺服阀调控悬挂缸的活塞杆运动至其满行程的中间位置，然后所述控制器停止输出信号给所述伺服阀，所述伺服阀回至中位状态，油液被锁止在所述悬挂缸中，所述控制器停止输出信号给所述取力器，所述取力器与车辆发动机的动力输出轴断开，所述液压泵停止运转，此时所述第一压力传感器检测到所述蓄能器内压力为 p_l ，并将该压力值信号传送至所述控制器，所述第二压力传感器检测到悬挂缸无杆腔

内的压力为 p_2 ，并将该压力值信号传送至所述控制器，所述控制器对压力值 p_1 和 p_2 进行比较，并作出相应的调控，具体为：

(1) 若 $p_1=p_2$ ，则所述控制器输出控制信号至所述换向阀控制端，调控换向阀由截止状态切换至导通状态，所述悬挂缸的无杆腔和所述蓄能器之间的油路导通，所述悬挂缸的有杆腔和所述油箱之间的油路导通，所述控制器输出控制信号至所述溢流阀控制端，调控其开启压力为 p_s ；由于 p_1 和 p_2 相等，换向阀导通时无压力差，则主动悬架可平稳切换至被动悬架；此时所述蓄能器作为被动悬架的弹性元件使用，所述溢流阀作为被动悬架系统的安全阀使用，此时车辆开动行驶即为被动悬架模式下行驶；

(2) 若 $p_1>p_2$ ，则所述控制器输出控制信号至所述溢流阀的控制端，调节所述溢流阀的开启压力为 p_2 ，油液从所述蓄能器经所述溢流阀流回所述油箱，当所述第一压力传感器监测所述蓄能器的压力减小至 p_2 时，所述控制器再次输出控制信号至所述溢流阀控制端，调节其开启压力至 p_s ，接着所述控制器输出控制信号至所述换向阀的控制端，使其由截止状态切换至导通状态，此时 $p_1=p_2$ ，则主动悬架可平稳切换至被动悬架，所述蓄能器作为被动悬架的弹性元件使用，所述溢流阀作为被动悬架系统的安全阀使用，此时车辆开动行驶即为被动悬架模式下行驶。

(3) 若 $p_2>p_1$ ，则所述控制器输出控制信号至所述取力器，所述取力器重新与所述车辆发动机输出轴连接并从其处取得动力输出至所述液压泵，所述液压泵工作，油液经所述单向阀流入所述蓄能器，所述蓄能器内油液压力升高，当所述第一压力传感器监测压力升高至 p_2 时，所述控制器停止输出控制信号至所述取力器，所述取力器与所述车辆发动机输出轴断开连接，所述液压泵停止运转，接着所述控制器输出控制信号至所述换向阀的控制端，使其由截止状态切换至导通状态，此时 $p_1=p_2$ ，主动悬架可平稳切换至被动悬架，所述蓄能器作为被动悬架的弹性元件使用，所述溢流阀作为被动悬架系统的安全阀使用，此时车辆开动行驶即为被动悬架模式下行驶。

S2. 当车辆驻车由被动悬架切换至主动悬架时，首先所述控制器停止输出信号给所述换向阀，所述换向阀由导通状态切换为截止状态，油液被锁止在悬挂缸中，接着所述控制器输出控制信号至所述溢流阀，调控其开启压力至 p_a ，然后控制器输出控制信号至所述取力器，所述取力器与所述车辆发动机的输出轴连接并从其处取得动力输出至所述液压泵，所述液压泵工作，所述控制器根据所述位移传感器的反馈信号输出相应的位移指令至所述伺服阀的控制端，所述伺服阀调控悬挂缸的活塞杆运动至其满行程的中间位置后，所述控制器即停止输出控制信号给所述伺服阀的控制端，所述伺服阀回至中位状态，至此被动悬架已平稳切换至主动悬架状态，车辆开动行驶，所述控制器将根据行驶路况及车体状况输出相应控制信号至

所述伺服阀的控制端，调控其工作，此时所述蓄能器作为主动悬架的辅助动力元件使用，所述溢流阀作为主动悬架系统的安全阀使用，车辆开动行驶即为主动悬架模式下行驶。

与现有技术相比，本发明具有以下有益效果：

本发明的主被动双模式可切换车辆悬架系统在模式切换时，事先调节悬挂缸无杆腔内油液压力和蓄能器内油液压力至相等，实现了主被动悬挂系统的平稳切换，消除了现有主被动悬挂系统切换时车体的振颤；本发明的主被动双模式可切换车辆悬架系统中，蓄能器既可在主动悬架模式下用做辅助动力源，也可在被动悬架模式下用做弹性元件，溢流阀既可做主动悬架模式的安全阀也可做被动悬架模式的安全阀，有效减少了蓄能器和溢流阀的使用数量，因此可大幅度节省车体的布置空间，尤其对需装载多种仪器设备的应急救援车辆来讲，本发明悬架系统可为车体上其他仪器设备留出较多的安装空间，并可有效减轻车身总质量，利于车辆底盘的轻量化。

附图说明

图1为本发明主被动双模式可切换车辆悬架系统的示意图。

图中：1-过滤器，2-液压泵，3-单向阀，4-取力器，5-车辆发动机，6-伺服阀，7-悬挂缸，8-车体，9-溢流阀，10-蓄能器，11-换向阀，12-第一压力传感器，13-第二压力传感器，14-控制器，15-油箱，16-位移传感器，P₁-伺服阀进油口，T₁-伺服阀回油口，A₁-伺服阀第一工作油口，B₁-伺服阀第二工作油口，P₂-换向阀进油口，T₂-换向阀回油口，A₂-换向阀第一工作油口，B₂-换向阀第二工作油口。

具体实施方式

下面结合附图对本发明的具体实施方式作详细的说明，而非对本发明的保护范围限制。需要理解的是在本发明的描述中，术语“前”、“后”、“左”、“中”、“右”、“上”、“下”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本发明和简化描述，而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本发明的限制。术语“第一”、“第二”等仅用于简化文字描述以区别于类似的对象，而不能理解为特定的次序间的先后关系。

在本申请中，除非另有明确的规定和限定，术语“安装”、“相连”、“连接”、“固定”等术语应做广义理解，例如，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或一体地连接；可以是机械连接，也可以是电连接；可以是直接相连，也可以通过中间媒介间接相连，可以是两个

元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言，可以根据具体情况理解上述术语在本申请中的具体含义。

如图 1 所示，本发明实施例公开的一种主被动双模式可切换车辆悬架系统，包括过滤器 1，液压泵 2，单向阀 3，取力器 4，伺服阀 6，悬挂缸 7，溢流阀 9，蓄能器 10，换向阀 11，第一压力传感器 12，第二压力传感器 13，控制器 14，油箱 15 和位移传感器 16。

过滤器 1 的进油口通过油管与油箱 15 相连，过滤器 1 的出油口通过油管与液压泵 2 的进油口相连，液压泵 2 的出油口通过油管与单向阀 3 的进油口相连，单向阀 3 的出油口通过油管与伺服阀进油口 P_1 相连，伺服阀回油口 T_1 通过油管与油箱 15 相连。

液压泵 2 的驱动轴与取力器 4 通过机械结构连接，取力器 4 与车辆发动机 5 的动力输出轴连接，取力器 4 用于从车辆发动机 5 处获取动力并将动力传输至液压泵 2。

伺服阀第一工作油口 A_1 与悬挂缸 7 的无杆腔相连，伺服阀第二工作油口 B_1 与悬挂缸 7 的有杆腔相连。

悬挂缸 7 与车体 8 铰接，悬挂缸 7 上设有位移传感器 16，用以监测活塞杆相对液压缸筒的位移量。

溢流阀 9 的进油口通过油管与单向阀 3 的出油口相连，溢流阀 9 的出油口通过油管与油箱 15 相连。

换向阀 11 与伺服阀 6 并联设置，换向阀进油口 P_2 通过油管与油箱 15 相连，换向阀回油口 T_2 通过油管与溢流阀 9 的进油口相连；换向阀第一工作油口 A_2 通过油管与悬挂缸 7 的有杆腔相连，换向阀第二工作油口 B_2 通过油管与悬挂缸 7 的无杆腔相连。

蓄能器 10 设置在换向阀回油口 T_2 和溢流阀 9 的进油口之间油路中，蓄能器 10 既能作为主动悬架系统的辅助动力源使用，也可作为被动悬架系统的弹性元件使用。

蓄能器 10 和换向阀回油口 T_2 之间的油路上设有第一压力传感器 12，用于检测蓄能器 10 内油液压力；悬挂缸 7 的无杆腔和伺服阀第一工作油口 A_1 之间的油路上设有第二压力传感器 13，用于检测悬挂缸 7 无杆腔内油液压力。

取力器 4 的控制端、伺服阀 6 的控制端、溢流阀 9 的控制端和换向阀 11 的控制端均与控制器 14 连接，其信号均由控制器 14 给出。

伺服阀 6 为三位四通电液伺服阀，包括左位、中位和右位三种状态；当伺服阀 6 处于中位时，伺服阀进油口 P_1 和回油口 T_1 与伺服阀第一工作油口 A_1 和第二工作油口 B_1 之间的所有通路均被截止；当伺服阀 6 处于左位时，伺服阀进油口 P_1 和其第一工作油口 A_1 之间的通路导通，伺服阀回油口 T_1 和其第二工作油口 B_1 之间的通路导通，此时油液可经伺服阀进油口 P_1 和其第一工作油口 A_1 进入悬挂缸 7 的无杆腔内，同时，悬挂缸 7 有杆腔内的油液可经伺服

阀第二工作油口 B_1 和其回油口 T_1 流回油箱 15；当伺服阀 6 处于右位时，伺服阀进油口 P_1 和其第二工作油口 B_1 之间的通路导通，伺服阀回油口 T_1 和其第一工作油口 A_1 之间的通路导通，此时油液可经伺服阀进油口 P_1 和其第二工作油口 B_1 进入悬挂缸 7 的有杆腔内，同时，悬挂缸 7 无杆腔内的油液可经伺服阀第一工作油口 A_1 和其回油口 T_1 流回油箱 15。

溢流阀 9 为比例溢流阀。溢流阀 9 开启压力的大小可由控制器 14 发送控制信号至溢流阀 9 的控制端进行调节，溢流阀 9 既可作为主动悬架系统的安全阀使用也可做被动悬架系统的安全阀使用。

换向阀 11 为二位四通电磁换向阀，包括做截止和导通两种状态。当换向阀 11 处于截止状态时，换向阀进油口 P_2 和其回油口 T_2 与换向阀第一工作油口 A_2 和第二工作油口 B_2 之间的所有通路均被截止；当换向阀 11 处于导通状态时，换向阀进油口 P_2 和其第一工作油口 A_2 之间的通路以及换向阀回油口 T_2 和其第二工作油口 B_2 之间的通路均被导通；悬挂缸 7 无杆腔内的油液可经换向阀第二工作油口 B_2 和换向阀回油口 T_2 流至蓄能器 10 中，油箱 15 中的油液可经换向阀进油口 P_2 和换向阀第一工作油口 A_2 流至悬挂缸 7 的有杆腔中，反之，蓄能器 10 中的油液也可经换向阀回油口 T_2 和换向阀第二工作油口 B_2 流至悬挂缸 7 的无杆腔中，悬挂缸 7 有杆腔中的油液也可经换向阀第一工作油口 A_2 和换向阀进油口 P_2 流回油箱 15。

本发明的主被动双模式可切换车辆悬架系统中，在系统工作于主动悬架模式时，工作部件包括过滤器 1，液压泵 2，单向阀 3，取力器 4，伺服阀 6，悬挂缸 7，溢流阀 9，蓄能器 10，控制器 14，油箱 15 和位移传感器 16；在系统工作于被动悬架模式时，工作部件包括悬挂缸 7，溢流阀 9，蓄能器 10，换向阀 11 和油箱 15。

主动悬架模式下，取力器 4 得信号，持续与车辆发动机 5 的动力输出轴连接，带动液压泵 2 运转；伺服阀 6 控制端获得控制器 14 的控制信号，持续工作；溢流阀 9 持续保持其开启压力为 p_a (p_a 是主动悬架系统安全工作的最大压力)；此时换向阀 11 不得信号，持续保持在截止状态。

被动悬架模式下，取力器 4 不得信号，持续与车辆发动机 5 的动力输出轴断开；伺服阀 6 不得信号，持续保持中位状态；溢流阀 9 持续保持其开启压力为 p_s ；换向阀 11 得信号，持续保持在导通状态。

本发明的主被动双模式可切换车辆悬架系统切换方法如下：

当悬架系统为主动悬架模式时，换向阀 11 处于截止状态，溢流阀 9 此时的开启压力为主动悬架系统安全工作的最大压力 p_a ，取力器 4 与车辆发动机 5 的动力输出轴连接并从此处取得动力输出至液压泵 2，带动液压泵 2 工作，控制器 14 根据行驶路况及车体状况输出相应控制信号至伺服阀 6 的控制端，调控其工作，此时蓄能器 10 作为主动悬架系统的辅助动力源使

用, 溢流阀 9 作为主动悬架系统的安全阀使用。

当悬架系统为被动悬架模式时, 换向阀 11 处于导通状态, 溢流阀 9 此时的开启压力为被动悬架系统安全工作的最大压力 p_s , 取力器 4 与车辆发动机 5 的动力输出轴断开, 液压泵 2 停止工作, 伺服阀 6 处于中位状态, 此时蓄能器 10 作为被动悬架系统的弹性元件使用, 溢流阀 9 作为被动悬架系统的安全阀使用。

S1. 当车辆驻车由主动悬架切换至被动悬架时, 控制器 14 根据位移传感器的反馈信号输出相应的位移指令至伺服阀 6 的控制端, 伺服阀 6 调控悬挂缸 7 的活塞杆运动至其满行程的中间位置, 然后控制器 14 停止输出信号给伺服阀 6, 伺服阀 6 回至中位, 油液被锁止在悬挂缸 7 中, 控制器 14 停止输出信号给取力器 4, 取力器 4 与车辆发动机 5 的动力输出轴断开, 液压泵 2 停止运转, 此时第一压力传感器 12 检测到蓄能器内压力为 p_1 , 并将该压力值信号传送至控制器 14, 第二压力传感器 13 检测到悬挂缸 7 无杆腔内的压力为 p_2 , 并将该压力值信号传送至控制器 14, 控制器 14 对压力值 p_1 和 p_2 进行比较, 并作出相应的调控, 具体为:

(1) 若 $p_1=p_2$, 则控制器 14 输出控制信号至换向阀 11 的控制端, 调控换向阀 11 由截止状态切换至导通状态, 悬挂缸 7 的无杆腔和蓄能器 10 之间的油路导通, 悬挂缸 7 的有杆腔和油箱 15 之间的油路导通, 控制器 14 输出控制信号至溢流阀 9 的控制端, 调控其开启压力为 p_s ; 由于 p_1 和 p_2 相等, 换向阀 11 导通时无压力差, 则主动悬架可平稳切换至被动悬架; 此时蓄能器 10 作为被动悬架的弹性元件使用, 溢流阀 9 作为被动悬架系统的安全阀使用, 此时车辆开动行驶即为被动悬架模式下行驶;

(2) 若 $p_1>p_2$, 则控制器 14 输出控制信号至溢流阀 9 的控制端, 调节溢流阀 9 的开启压力为 p_2 , 油液从蓄能器 10 经溢流阀 9 流回油箱 15, 当第一压力传感器 12 监测蓄能器 10 的压力减小至 p_2 时, 控制器 14 再次输出控制信号至溢流阀 9 的控制端, 调节其开启压力至 p_s , 接着控制器 14 输出控制信号至换向阀 11 的控制端, 使其由截止状态切换至导通状态, 此时 $p_1=p_2$, 则主动悬架可平稳切换至被动悬架, 蓄能器 10 作为被动悬架的弹性元件使用, 溢流阀 9 作为被动悬架系统的安全阀使用, 此时车辆开动行驶即为被动悬架模式下行驶。

(3) 若 $p_2>p_1$, 则控制器 14 输出控制信号至取力器 4, 取力器 4 重新与车辆发动机 5 输出轴连接并从其处取得动力输出至液压泵 2, 液压泵 2 工作, 油液经单向阀 3 流入蓄能器 10, 蓄能器 10 内油液压力升高, 当第一压力传感器 12 监测压力升高至 p_2 时, 控制器 14 停止输出控制信号至取力器 4, 取力器 4 与车辆发动机 5 输出轴断开连接, 液压泵 2 停止运转, 接着控制器 14 输出控制信号至换向阀 11 的控制端, 使其由截止状态切换至导通状态, 此时 $p_1=p_2$, 主动悬架可平稳切换至被动悬架, 蓄能器 10 作为被动悬架的弹性元件使用, 溢流阀 9 作为被动悬架系统的安全阀使用, 此时车辆开动行驶即为被动悬架模式下行驶。

S2. 当车辆驻车由被动悬架切换至主动悬架时, 首先控制器 14 停止输出信号给换向阀 11, 换向阀 11 由导通状态切换为截止状态, 油液被锁止在悬挂缸 7 中, 接着控制器 14 输出控制信号至溢流阀 9, 调控其开启压力至 p_a , 然后控制器 14 输出控制信号至取力器 4, 取力器 4 与车辆发动机 5 的输出轴连接并从其处取得动力输出至液压泵 2, 液压泵 2 工作, 控制器 14 根据位移传感器 16 的反馈信号输出相应的位移指令至伺服阀 6 的控制端, 伺服阀 6 调控悬挂缸 7 的活塞杆运动至其满行程的中间位置后, 控制器 14 即停止输出控制信号给伺服阀 6 的控制端, 伺服阀 6 回至中位状态, 至此被动悬架已平稳切换至主动悬架状态, 车辆开动行驶, 控制器 14 将根据行驶路况及车体状况输出相应控制信号至伺服阀 6 的控制端, 调控其工作, 此时蓄能器 10 作为主动悬架的辅助动力元件使用, 溢流阀 9 作为主动悬架系统的安全阀使用, 车辆开动行驶即为主动悬架模式下行驶。

最后应说明的是: 以上实施例仅用以说明本发明而并非限制本发明所描述的技术方案; 因此, 尽管本说明书参照上述的实施例对本发明已进行了详细的说明, 但是, 本领域的普通技术人员应当理解, 仍然可以对本发明进行修改或等同替换; 而一切不脱离本发明的精神和范围的技术方案及其改进, 其均应涵盖在本发明的权利要求范围中。

权利要求书

1、一种主被动双模式可切换车辆悬架系统，其特征在于：其包括过滤器、液压泵、单向阀、取力器、伺服阀、悬挂缸、溢流阀、蓄能器、换向阀、第一压力传感器、第二压力传感器、控制器、油箱和位移传感器；

所述过滤器的进油口通过油管与油箱相连，所述过滤器的出油口通过油管与所述液压泵的进油口相连，所述液压泵的出油口通过油管与所述单向阀的进油口相连，所述单向阀的出油口通过油管与所述伺服阀的进油口相连，所述伺服阀的回油口通过油管与所述油箱相连；

所述液压泵的驱动轴与所述取力器连接，所述取力器与车辆发动机的动力输出轴连接；

所述伺服阀为三位四通电液伺服阀，包括左位、中位和右位三种状态；所述伺服阀的第一工作油口与所述悬挂缸的无杆腔相连，所述伺服阀的第二工作油口与所述悬挂缸的有杆腔相连；当所述伺服阀处于中位时，所述伺服阀的进油口和回油口与所述伺服阀的第一工作油口和第二工作油口之间的所有通路均被截止；当所述伺服阀处于左位时，所述伺服阀的进油口和所述伺服阀的第一工作油口之间的通路导通，所述伺服阀的回油口和所述伺服阀的第二工作油口之间的通路导通；当所述伺服阀处于右位时，所述伺服阀的进油口和所述伺服阀的第二工作油口之间的通路导通，所述伺服阀的回油口和所述伺服阀的第一工作油口之间的通路导通；

所述悬挂缸与车体铰接，所述悬挂缸上设有所述位移传感器；

所述溢流阀的进油口通过油管与所述单向阀的出油口相连，所述溢流阀的出油口通过油管与所述油箱相连；所述溢流阀开启压力的大小由所述控制器给出控制信号至所述溢流阀的控制端进行调节；

所述换向阀与所述伺服阀并联设置，所述换向阀的进油口通过油管与所述油箱相连，所述换向阀的回油口通过油管与所述溢流阀的进油口相连；所述换向阀的第一工作油口通过油管与所述悬挂缸的有杆腔相连，所述换向阀的第二工作油口通过油管与所述悬挂缸的无杆腔相连；

所述蓄能器设置在所述换向阀的回油口和所述溢流阀的进油口之间油路中；

所述蓄能器和所述换向阀的回油口之间的油路上设有第一压力传感器，所述悬挂缸的无杆腔和所述伺服阀的第一工作油口之间的油路上设有第二压力传感器；

所述控制器的控制信号输出端分别与所述取力器的控制端、所述伺服阀的控制端、所述溢流阀的控制端和所述换向阀的控制端连接。

2、根据权利要求1所述的主被动双模式可切换车辆悬架系统，其特征在于：所述溢流阀为比例溢流阀。

3、根据权利要求1所述的主被动双模式可切换车辆悬架系统，其特征在于：所述换向阀

为二位四通电磁换向阀，包括截止和导通两种状态；当所述换向阀处于截止状态时，所述换向阀的进油口和回油口与所述换向阀的第一工作油口和第二工作油口之间的所有通路均被截止；当所述换向阀处于导通状态时，所述换向阀的进油口和所述换向阀的第一工作油口之间的通路以及所述换向阀的回油口和所述换向阀的第二工作油口之间的通路均被导通。

4、一种利用权利要求1至3中任一项所述的主被动双模式可切换车辆悬架系统的切换方法，其特征在于：其包括如下步骤：

当车辆驻车，由主动悬架切换至被动悬架时，所述控制器根据所述位移传感器的反馈信号输出相应的位移指令至所述伺服阀的控制端，所述伺服阀调控所述悬挂缸的活塞杆运动至其满行程的中间位置，然后所述控制器停止输出信号给所述伺服阀，所述伺服阀回至中位状态，油液被锁止在所述悬挂缸中，所述控制器停止输出信号给所述取力器，所述取力器与所述车辆发动机的动力输出轴断开，所述液压泵停止运转，此时所述第一压力传感器检测到所述蓄能器内压力值为 p_1 ，并将所述蓄能器内压力值 p_1 信号传送至所述控制器，所述第二压力传感器检测到悬挂缸无杆腔内的压力值为 p_2 ，并将所述悬挂缸无杆腔内的压力值 p_2 信号传送至所述控制器，所述控制器对压力值 p_1 和 p_2 进行比较，并作出相应的调控，具体为：

若 $p_1=p_2$ ，则所述控制器输出控制信号至所述换向阀控制端，调控换向阀由截止状态切换至导通状态，所述悬挂缸的无杆腔和所述蓄能器之间的油路导通，所述悬挂缸的有杆腔和所述油箱之间的油路导通，所述控制器输出控制信号至所述溢流阀控制端，调控其开启压力为被动悬架系统安全工作的最大压力 p_s ；由于 p_1 和 p_2 相等，换向阀导通时无压力差，则主动悬架能平稳切换至被动悬架；此时所述蓄能器作为被动悬架的弹性元件使用，所述溢流阀作为被动悬架系统的安全阀使用，此时车辆开动行驶即为被动悬架模式下行驶；

若 $p_1>p_2$ ，则所述控制器输出控制信号至所述溢流阀的控制端，调节所述溢流阀的开启压力为 p_2 ，油液从所述蓄能器经所述溢流阀流回所述油箱，当所述第一压力传感器监测所述蓄能器的压力减小至 p_2 时，所述控制器再次输出控制信号至所述溢流阀控制端，调节其开启压力至被动悬架系统安全工作的最大压力 p_s ，接着所述控制器输出控制信号至所述换向阀的控制端，使其由截止状态切换至导通状态，此时 $p_1=p_2$ ，则主动悬架可平稳切换至被动悬架，所述蓄能器作为被动悬架的弹性元件使用，所述溢流阀作为被动悬架系统的安全阀使用，此时车辆开动行驶即为被动悬架模式下行驶；

若 $p_2>p_1$ ，则所述控制器输出控制信号至所述取力器，所述取力器重新与所述车辆发动机输出轴连接并从其处取得动力输出至所述液压泵，所述液压泵工作，油液经所述单向阀流入所述蓄能器，所述蓄能器内油液压力升高，当所述第一压力传感器监测压力升高至 p_2 时，所述控制器停止输出控制信号至所述取力器，所述取力器与所述车辆发动机输出轴断开连接，

所述液压泵停止运转，接着所述控制器输出控制信号至所述换向阀的控制端，使其由截止状态切换至导通状态，此时 $p_1=p_2$ ，主动悬架能平稳切换至被动悬架，所述蓄能器作为被动悬架的弹性元件使用，所述溢流阀作为被动悬架系统的安全阀使用，此时车辆开动行驶即为被动悬架模式下行驶；以及

当车辆驻车，由被动悬架切换至主动悬架时，首先所述控制器停止输出信号给所述换向阀，所述换向阀由导通状态切换为截止状态，油液被锁止在悬挂缸中，接着所述控制器输出控制信号至所述溢流阀，调控其开启压力至 p_a ，然后控制器输出控制信号至所述取力器，所述取力器与所述车辆发动机的输出轴连接并从其处取得动力输出至所述液压泵，所述液压泵工作，所述控制器根据所述位移传感器的反馈信号输出相应的位移指令至所述伺服阀的控制端，所述伺服阀调控悬挂缸的活塞杆运动至其满行程的中间位置后，所述控制器即停止输出控制信号给所述伺服阀的控制端，所述伺服阀回至中位状态，至此被动悬架已平稳切换至主动悬架状态，车辆开动行驶，所述控制器将根据行驶路况及车体状况输出相应控制信号至所述伺服阀的控制端，调控其工作，此时所述蓄能器作为主动悬架的辅助动力元件使用，所述溢流阀作为主动悬架系统的安全阀使用，车辆开动行驶即为主动悬架模式下行驶。