

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2020 年 5 月 7 日 (07.05.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/088096 A1

(51) 国际专利分类号:
B60G 17/016 (2006.01) **B60G 13/10** (2006.01)
B60G 17/019 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2019/104638

(22) 国际申请日: 2019 年 9 月 6 日 (06.09.2019)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201811296526.3 2018 年 11 月 1 日 (01.11.2018) CN

(71) 申请人: 珠海格力电器股份有限公司 (**GREE ELECTRIC APPLIANCES, INC. OF ZHUHAI**) [CN/CN]; 中国广东省珠海市前山金鸡西路, Guangdong 519070 (CN)。

(72) 发明人: 刘壬生 (**LIU, Rensheng**); 中国广东省珠海市前山金鸡西路, Guangdong 519070 (CN)。 魏恒 (**WEI, Heng**); 中国广东省珠海市前山金鸡西路, Guangdong 519070 (CN)。 陈辉 (**CHEN, Hui**); 中国广东省珠海市前山金鸡西路, Guangdong 519070 (CN)。 高小丽 (**GAO, Xiaoli**); 中国广东省珠海市前山金鸡西路, Guangdong 519070 (CN)。

(74) 代理人: 广州华进联合专利商标代理有限公司 (**ADVANCE CHINA IP LAW OFFICE**); 中国广东省广州市天河区珠江东路 6 号 4501 房, Guangdong 510623 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB,

(54) **Title:** CONTROL METHOD AND DEVICE FOR VEHICLE ROLLOVER PROTECTION, STORAGE MEDIUM, AND VEHICLE

(54) 发明名称: 车辆防侧翻的控制方法、装置、存储介质及车辆

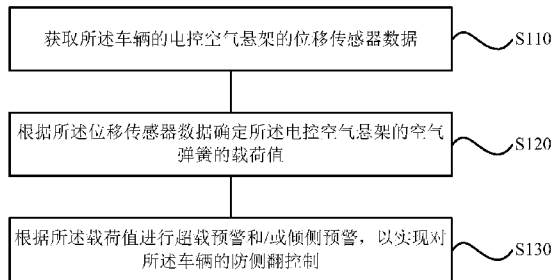


图 1

- S110 Acquire displacement sensor data of an electronically controlled air suspension of a vehicle
- S120 Determine, according to the displacement sensor data, a load value of an air spring of the electronically controlled air suspension
- S130 Issue, according to the load value, an overload warning and/or a tilt warning so as to achieve anti-rollover control of the vehicle

(57) **Abstract:** A control method and device for vehicle rollover protection, a storage medium, and a vehicle. The method comprises: acquiring displacement sensor data of an electronically controlled air suspension of a vehicle; determining, according to the displacement sensor data, a load value of an air spring of the electronically controlled air suspension; and issuing, according to the load value, an overload warning and/or a tilt warning so as to achieve anti-rollover control of the vehicle. The present method can be used to resolve the issue in which a vehicle in operation can easily roll over without a pressure sensor installed therein, thereby preventing rollover



WO 2020/088096 A1

GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

accidents.

(57) 摘要: 一种车辆防侧翻的控制方法、装置、存储介质及车辆, 该方法包括: 获取所述车辆的电控空气悬架的位移传感器数据; 根据所述位移传感器数据确定所述电控空气悬架的空气弹簧的载荷值; 根据所述载荷值进行超载预警和/或倾侧预警, 以实现对所述车辆的防侧翻控制。该方法可以解决在车辆未安装压力传感器的情况下在车辆行驶过程中容易导致侧翻的问题, 达到不易发生侧翻危险的效果。

车辆防侧翻的控制方法、装置、存储介质及车辆

相关申请

本申请要求 2018 年 11 月 01 日申请的，申请号为 201811296526.3，名称为“一种车辆防侧翻的控制方法、装置、存储介质及车辆”的中国专利申请的优先权，在此将其全文引入作为参考。

技术领域

本申请属于车辆技术领域，具体涉及一种车辆防侧翻的控制方法、装置、存储介质及车辆，尤其涉及一种无压力传感器空气悬架的车辆载荷评估算法与侧翻预警方法、与该方法对应的装置、具有该装置的车辆、存储有该方法对应的指令的计算机可读存储介质、以及能够执行该方法对应的指令的。

背景技术

车辆载荷是决定车辆各零部件疲劳寿命的关键因素，也是行车安全性与可靠性的重要指标。根据国标 GB1589-2004 的规定安装空气悬架的车辆允许更高的法定载荷，随着对车辆的载荷需求越来越高，同时空气悬架能够实现车辆的舒适性和操纵安全性的兼容，空气悬架在商用车辆上安装越来越普遍。

在空气悬架中，电控空气悬架的主要组成部分可以包括：空气弹簧、位移传感器、电控单元（ECU）和电磁阀。其中，电控单元（ECU）通过采集位移传感器信号，得到各个空气弹簧现有高度，也就是车身的高度，当现有高度与目标高度出现偏差时，ECU 控制电磁阀对空气弹簧进行充放气，进而控制各个空气弹簧高度，即控制车身高度。

在通常情况下，空气悬架本身是没有载荷的监测功能，车辆载荷是由压力传感器来进行监测。但车载压力传感器由于成本问题和法规未强制安装的情况，传统商用车很少安装压力传感器。这样，如果载荷过大或者分布不均、车身姿态发生变化，在车辆行驶过程中，容易导致侧翻危险发生。

发明内容

本申请的目的在于，针对上述缺陷，提供一种车辆防侧翻的控制方法、装置、存储介质及车辆，以解决在车辆未安装压力传感器的情况下，如果载荷过大、或者载荷分布不均、或者车身姿态发生变化，在车辆行驶过程中容易导致侧翻危险发生的问题，达到不易发生侧翻危险的效果。

本申请提供一种车辆防侧翻的控制方法，包括：获取所述车辆的电控空气悬架的位移传感器数据；根据所述位移传感器数据确定所述电控空气悬架的空气弹簧的载荷值；根据所述载荷值进行超载预警和/或倾侧预警，以实现对所述车辆的防侧翻控制。

在其中一个实施例中，根据所述位移传感器数据确定所述电控空气悬架的空气弹簧的载荷值，包括：确定所述车辆所属环境的大气压力 p_a 和空气多变指数 n 、所述空气弹簧在初始状态下的设定高度 h 和内部压力 p_{e0} 、以及所述空气弹簧自身的有效承压面积 A_e ；根据所述大气压力 p_a 、所述空气多变指数 n 、所述设定高度 h 、所述内部压力 p_{e0} 和所述有

效承压面积 A_e ，结合所述位移传感器数据 x ，利用以下公式计算得到所述空气弹簧的载荷

$$\text{值 } F: F = \left[(p_a + p_{e0}) \left(\frac{h}{h+x} \right)^n - p_a \right] A_e.$$

在其中一个实施例中，其中，所述空气弹簧，包括：膜式空气弹簧；所述膜式空气弹簧，包括：圆柱形活塞底座膜式空气弹簧；和/或，所述空气多变指数，能够根据所述电控空气悬架的位移传感器数据的变化率确定；和/或，所述内部压力，能够根据所述设定高度和所述车辆的车身自身重量确定。

在其中一个实施例中，所述载荷值，包括：所述电控空气悬架中每个所述空气弹簧的单个载荷和所述车辆整车的总载荷；其中，根据所述载荷值进行超载预警，包括：在所述车辆未行使的情况下，根据所述单个载荷和/或所述总载荷确定所述车辆是否超载；若所述车辆超载，则根据当前的载荷值按设定的超载预警级别进行超载预警；或者，若所述车辆未超载、或在所述车辆超载的情况下经减载至未超载，则不进行超载预警、或解除在所述车辆超载情况下的超载预警。

在其中一个实施例中，根据所述单个载荷和/或所述总载荷确定所述车辆是否超载，包括：确定任一所述空气弹簧的单个载荷是否大于或等于设定的第一单个载荷阈值、或所述总载荷是否大于或等于设定的第一总载荷阈值；若任一所述空气弹簧的单个载荷大于或等于所述第一单个载荷阈值、或所述总载荷大于或等于所述第一总载荷阈值，则确定所述车辆超载，并确定当前的载荷值下的超载预警级别为设定的第一超载预警级别；若任一所述空气弹簧的单个载荷小于所述第一单个载荷阈值、且所述总载荷小于所述第一总载荷阈值，则进一步确定任一所述空气弹簧的单个载荷是否大于或等于设定的第二单个载荷阈值、或所述总载荷是否大于或等于设定的第二总载荷阈值；所述第二单个载荷阈值小于所述第一单个载荷阈值，且所述第二总载荷阈值小于所述第一总载荷阈值；若任一所述空气弹簧的单个载荷大于或等于所述第二单个载荷阈值、或所述总载荷大于或等于所述第二总载荷阈值，则确定所述车辆超载，并确定当前的载荷值下的超载预警级别为设定的第二超载预警级别；所述第二超载预警级别小于所述第一超载预警级别；或者，若任一所述空气弹簧的单个载荷小于所述第二单个载荷阈值、且所述总载荷小于所述第二总载荷阈值，则确定所述车辆未超载。

在其中一个实施例中，其中，根据当前的载荷值按设定的超载预警级别进行超载预警，包括：若所述超载预警级别为设定的第一超载预警级别，则显示第一设定颜色的超载预警的指示信息、和/或发起第一设定提醒消息的超载预警；或者，若所述超载预警级别为设定的第二超载预警级别，则显示第二设定颜色的超载预警的指示信息、和/或发起第二设定提醒消息的超载预警；和/或，不进行超载预警、或解除在所述车辆超载情况下的超载预警，包括：显示第三设定颜色的未超载或解除超载预警的指示信息、和/或解除第一设定提醒消息或第二设定提醒消息的超载预警；和/或，所述第一单个载荷阈值、所述第二单个载荷阈值、所述第一总载荷阈值和所述第二总载荷阈值中的至少之一，能够根据所述空气弹簧的弹簧参数和所述车辆的整车车型确定。

在其中一个实施例中，根据所述载荷值进行倾侧预警，包括：根据所述载荷值确定所述车辆的横向载荷转移率；根据所述横向载荷转移率确定所述车辆的车身姿态是否平稳；若所述车身姿态不平稳，则根据当前的横向载荷转移率按设定的倾侧预警级别进行倾侧预警；或者，若所述车身姿态平稳、或在所述车身姿态不平稳的情况下经车身姿态调整至车身姿态平稳，则不进行倾侧预警、或解除在所述车身姿态不平稳情况下的倾侧预警。

在其中一个实施例中，其中，根据所述载荷值确定横向载荷转移率，包括：将所述载荷值分组成为所述车辆左右两侧的左载荷值和右载荷值；根据所述左载荷值和所述右载荷值，确定所述车辆的左右侧轮胎的垂直载荷之差和所述左右侧轮胎的垂直载荷值和；将所

述垂直载荷之差除以所述垂直载荷之和,得到所述车辆的横向载荷转移率;和/或,根据所述横向载荷转移率确定所述车辆的车身姿态是否平稳,包括:确定所述横向载荷转移率是否大于或等于设定转移率范围的上限;若所述横向载荷转移率大于或等于所述设定转移率范围的上限,则确定所述车身姿态不平稳,并确定当前的横向载荷转移率下的倾侧预警级别为设定的第一倾侧预警级别;若所述横向载荷转移率小于所述设定转移率范围的上限,则进一步确定所述横向载荷转移率是否大于或等于所述设定转移率范围的下限;若所述横向载荷转移率小于所述设定转移率范围的上限、且大于或等于所述设定转移率范围的下限,则在根据所述载荷值进行超载预警的情况下,结合对所述车辆进行超载预警的超载预警级别进一步确定所述车身姿态是否平稳;或者,若所述横向载荷转移率小于所述设定转移率范围的下限,则确定所述车身姿态平稳。

在其中一个实施例中,结合对所述车辆进行超载预警的超载预警级别进一步确定所述车身姿态是否平稳,包括:若对所述车辆进行超载预警的超载预警级别为第一超载预警级别或第二超载预警级别,则确定所述车身姿态不平稳,并确定当前的横向载荷转移率下的倾侧预警级别为设定的第一倾侧预警级别;或者,若对所述车辆进行超载预警的超载预警级别为不进行超载预警、或解除在所述车辆超载情况下的超载预警,或者若不考虑对所述车辆进行超载预警的超载预警级别,则确定所述车身姿态不平稳,并确定当前的横向载荷转移率下的倾侧预警级别为设定的第二倾侧预警级别;所述第二倾侧预警级别小于所述第一倾侧预警级别。

在其中一个实施例中,其中,根据当前的横向载荷转移率按设定的倾侧预警级别进行倾侧预警,包括:若所述倾侧预警级别为设定的第一倾侧预警级别,则显示第一设定颜色的倾侧预警的指示信息、和/或发起第一设定提醒消息的倾侧预警;或者,若所述倾侧预警级别为设定的第二倾侧预警级别,则显示第二设定颜色的倾侧预警的指示信息、和/或发起第二设定提醒消息的倾侧预警;和/或,不进行倾侧预警、或解除在所述车身姿态不平稳情况下的倾侧预警,包括:显示第三设定颜色的未倾侧或解除倾侧预警的指示信息、和/或解除第一设定提醒消息或第二设定提醒消息的倾侧预警。

与上述方法相匹配,本申请另一方面提供一种车辆防侧翻的控制装置,包括:获取单元,用于获取所述车辆的电控空气悬架的位移传感器数据;控制单元,用于根据所述位移传感器数据确定所述电控空气悬架的空气弹簧的载荷值;所述控制单元,还用于根据所述载荷值进行超载预警和/或倾侧预警,以实现所述车辆的防侧翻控制。

在其中一个实施例中,所述控制单元根据所述位移传感器数据确定所述电控空气悬架的空气弹簧的载荷值,包括:确定所述车辆所属环境的大气压力 p_a 和空气多变指数 n 、所述空气弹簧在初始状态下的设定高度 h 和内部压力 p_{e0} 、以及所述空气弹簧自身的有效承压面积 A_e ;根据所述大气压力 p_a 、所述空气多变指数 n 、所述设定高度 h 、所述内部压力 p_{e0} 和所述有效承压面积 A_e ,结合所述位移传感器数据 x ,利用以下公式计算得到所述空气弹

$$\text{簧的载荷值 } F: F = \left[(p_a + p_{e0}) \left(\frac{h}{h+x} \right)^n - p_a \right] A_e.$$

在其中一个实施例中,其中,所述空气弹簧,包括:膜式空气弹簧;所述膜式空气弹簧,包括:圆柱形活塞底座膜式空气弹簧;和/或,所述空气多变指数,能够根据所述电控空气悬架的位移传感器数据的变化率确定;和/或,所述内部压力,能够根据所述设定高度和所述车辆的车身自身重量确定。

在其中一个实施例中,所述载荷值,包括:所述电控空气悬架中每个所述空气弹簧的

单个载荷和所述车辆整车的总载荷；其中，所述控制单元根据所述载荷值进行超载预警，包括：在所述车辆未行使的情况下，根据所述单个载荷和/或所述总载荷确定所述车辆是否超载；若所述车辆超载，则根据当前的载荷值按设定的超载预警级别进行超载预警；或者，若所述车辆未超载、或在所述车辆超载的情况下经减载至未超载，则不进行超载预警、或解除在所述车辆超载情况下的超载预警。

在其中一个实施例中，所述控制单元根据所述单个载荷和/或所述总载荷确定所述车辆是否超载，包括：确定任一所述空气弹簧的单个载荷是否大于或等于设定的第一单个载荷阈值、或所述总载荷是否大于或等于设定的第一总载荷阈值；若任一所述空气弹簧的单个载荷大于或等于所述第一单个载荷阈值、或所述总载荷大于或等于所述第一总载荷阈值，则确定所述车辆超载，并确定当前的载荷值下的超载预警级别为设定的第一超载预警级别；若任一所述空气弹簧的单个载荷小于所述第一单个载荷阈值、且所述总载荷小于所述第一总载荷阈值，则进一步确定任一所述空气弹簧的单个载荷是否大于或等于设定的第二单个载荷阈值、或所述总载荷是否大于或等于设定的第二总载荷阈值；所述第二单个载荷阈值小于所述第一单个载荷阈值，且所述第二总载荷阈值小于所述第一总载荷阈值；若任一所述空气弹簧的单个载荷大于或等于所述第二单个载荷阈值、或所述总载荷大于或等于所述第二总载荷阈值，则确定所述车辆超载，并确定当前的载荷值下的超载预警级别为设定的第二超载预警级别；所述第二超载预警级别小于所述第一超载预警级别；或者，若任一所述空气弹簧的单个载荷小于所述第二单个载荷阈值、且所述总载荷小于所述第二总载荷阈值，则确定所述车辆未超载。

在其中一个实施例中，其中，所述控制单元根据当前的载荷值按设定的超载预警级别进行超载预警，包括：若所述超载预警级别为设定的第一超载预警级别，则显示第一设定颜色的超载预警的指示信息、和/或发起第一设定提醒消息的超载预警；或者，若所述超载预警级别为设定的第二超载预警级别，则显示第二设定颜色的超载预警的指示信息、和/或发起第二设定提醒消息的超载预警；和/或，所述控制单元不进行超载预警、或解除在所述车辆超载情况下的超载预警，包括：显示第三设定颜色的未超载或解除超载预警的指示信息、和/或解除第一设定提醒消息或第二设定提醒消息的超载预警；和/或，所述第一单个载荷阈值、所述第二单个载荷阈值、所述第一总载荷阈值和所述第二总载荷阈值中的至少之一，能够根据所述空气弹簧的弹簧参数和所述车辆的整车车型确定。

在其中一个实施例中，所述控制单元根据所述载荷值进行倾侧预警，包括：根据所述载荷值确定所述车辆的横向载荷转移率；根据所述横向载荷转移率确定所述车辆的车身姿态是否平稳；若所述车身姿态不平稳，则根据当前的横向载荷转移率按设定的倾侧预警级别进行倾侧预警；或者，若所述车身姿态平稳、或在所述车身姿态不平稳的情况下经车身姿态调整至车身姿态平稳，则不进行倾侧预警、或解除在所述车身姿态不平稳情况下的倾侧预警。

在其中一个实施例中，其中，所述控制单元根据所述载荷值确定横向载荷转移率，包括：将所述载荷值分组成为所述车辆左右两侧的左载荷值和右载荷值；根据所述左载荷值和所述右载荷值，确定所述车辆的左右侧轮胎的垂直载荷之差和所述左右侧轮胎的垂直载荷值和；将所述垂直载荷之差除以所述垂直载荷之和，得到所述车辆的横向载荷转移率；和/或，所述控制单元根据所述横向载荷转移率确定所述车辆的车身姿态是否平稳，包括：确定所述横向载荷转移率是否大于或等于设定转移率范围的上限；若所述横向载荷转移率大于或等于所述设定转移率范围的上限，则确定所述车身姿态不平稳，并确定当前的横向载荷转移率下的倾侧预警级别为设定的第一倾侧预警级别；若所述横向载荷转移率小于所述设定转移率范围的上限，则进一步确定所述横向载荷转移率是否大于或等于所述设定转移率范围的下限；若所述横向载荷转移率小于所述设定转移率范围的上限、且大于或等于所述设定转移率范围的下限，则在根据所述载荷值进行超载预警的情况下，结合对所述车辆进行超载预警的超载预警级别进一步确定所述车身姿态是否平稳；或者，若所述横向载

荷转移率小于所述设定转移率范围的下限，则确定所述车身姿态平稳。

在其中一个实施例中，所述控制单元结合对所述车辆进行超载预警的超载预警级别进一步确定所述车身姿态是否平稳，包括：若对所述车辆进行超载预警的超载预警级别为第一超载预警级别或第二超载预警级别，则确定所述车身姿态不平稳，并确定当前的横向载荷转移率下的倾侧预警级别为设定的第一倾侧预警级别；或者，若对所述车辆进行超载预警的超载预警级别为不进行超载预警、或解除在所述车辆超载情况下的超载预警，或者若不考虑对所述车辆进行超载预警的超载预警级别，则确定所述车身姿态不平稳，并确定当前的横向载荷转移率下的倾侧预警级别为设定的第二倾侧预警级别；所述第二倾侧预警级别小于所述第一倾侧预警级别。

在其中一个实施例中，其中，所述控制单元根据当前的横向载荷转移率按设定的倾侧预警级别进行倾侧预警，包括：若所述倾侧预警级别为设定的第一倾侧预警级别，则显示第一设定颜色的倾侧预警的指示信息、和/或发起第一设定提醒消息的倾侧预警；或者，若所述倾侧预警级别为设定的第二倾侧预警级别，则显示第二设定颜色的倾侧预警的指示信息、和/或发起第二设定提醒消息的倾侧预警；和/或，所述控制单元不进行倾侧预警、或解除在所述车身姿态不平稳情况下的倾侧预警，包括：显示第三设定颜色的未倾侧或解除倾侧预警的指示信息、和/或解除第一设定提醒消息或第二设定提醒消息的倾侧预警。

与上述装置相匹配，本申请再一方面提供一种车辆，包括：以上所述的车辆防侧翻的控制装置。

与上述方法相匹配，本申请再一方面提供一种存储介质，包括：所述存储介质中存储有多条指令；所述多条指令，用于由处理器加载并执行以上所述的车辆防侧翻的控制方法。

与上述方法相匹配，本申请再一方面提供一种车辆，包括：处理器，用于执行多条指令；存储器，用于存储多条指令；其中，所述多条指令，用于由所述存储器存储，并由所述处理器加载并执行以上所述的车辆防侧翻的控制方法。

本申请的方案，通过在商用车无安装压力传感器的情况下，通过采集商用车的电控空气悬架的位移传感器数据，对车辆载荷做出评估，对超载进行载荷预警，防止车辆在超载的情况下发生侧翻危险，提升车辆运行的可靠性和安全性。

进一步，本申请的方案，通过对车辆载荷做出评估后，对车身姿态做出评估，在检测到车身姿态不平稳时，发出预警，防止车辆在车身姿态不平稳的情况下发生侧翻危险，提升车辆运行的可靠性和安全性。

进一步，本申请的方案，通过在无需使用压力传感器的情况下，利用电控空气悬架自身位移传感器数据，通过算法计算，可对车辆载荷做出评估，并对车身姿态做出评估，提前预警，防止侧翻危险，提升车辆运行的可靠性和安全性。

进一步，本申请的方案，通过针对空气弹簧本身，在无需使用压力传感器的情况下，直接利用电控空气悬架位移传感器数据得到载荷及计算车辆侧倾情况，可以防止侧翻危险，提升车辆运行的可靠性和安全性。

进一步，本申请的方案，通过在无需使用压力传感器的情况下，基于电控空气悬架位移传感器的车辆载荷评估算法，并使用该算法对车辆超载及侧倾做出预警，一方面能够对车辆载荷做出评估，对超载进行预警；另一方面能在检测到车身姿态不平稳时，发出预警，防止车辆发生侧翻危险。

由此，本申请的方案，通过采集车辆（如商用车）的电控空气悬架的位移传感器数据，对车辆载荷做出评估，并对车身姿态做出评估，实现提前预警，解决先前技术中在车辆未安装压力传感器的情况下，如果载荷过大、或者载荷分布不均、或者车身姿态发生变化，在车辆行驶过程中容易导致侧翻危险发生的问题，从而，克服先前技术中易发生侧翻、可靠性低和安全性差的缺陷，实现不易发生侧翻、可靠性高和安全性的有益效果。

本申请的其它特征和优点将在随后的说明书中阐述，并且，部分地从说明书中变得显而易见，或者通过实施本申请而了解。

下面通过附图和实施例，对本申请的技术方案做进一步的详细描述。

附图说明

图 1 为本申请的车辆防侧翻的控制方法的一实施例的流程示意图；

图 2 为本申请的方法中根据所述位移传感器数据确定所述电控空气悬架的空气弹簧的载荷值的一实施例的流程示意图；

图 3 为本申请的方法中根据所述载荷值进行超载预警的一实施例的流程示意图；

图 4 为本申请的方法中根据所述单个载荷和/或所述总载荷确定所述车辆是否超载的一实施例的流程示意图；

图 5 为本申请的方法中根据所述载荷值进行倾侧预警的一实施例的流程示意图；

图 6 为本申请的方法中根据所述载荷值确定横向载荷转移率的一实施例的流程示意图；

图 7 为本申请的方法中根据所述横向载荷转移率确定所述车辆的车身姿态是否平稳的一实施例的流程示意图；

图 8 为本申请的车辆防侧翻的控制装置的一实施例的结构示意图；

图 9 为本申请的车辆中基于悬架位移传感器的车辆载荷评估算法的原理示意图；

图 10 为本申请的车辆中载荷预警及侧倾预警流程示意图。

结合附图，本申请实施例中附图标记如下：

102-获取单元；104-控制单元。

具体实施方式

以为使本申请的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本申请具体实施例及相应的附图对本申请技术方案进行清楚、完整地描述。显然，所描述的实施例仅是本申请一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本申请保护的范围。

根据本申请的实施例，提供了一种车辆防侧翻的控制方法，如图 1 所示本申请的方法的一实施例的流程示意图。该车辆防侧翻的控制方法可以包括：步骤 S110 至步骤 S130。

在步骤 S110 处，获取所述车辆的电控空气悬架的位移传感器数据。

在步骤 S120 处，根据所述位移传感器数据确定所述电控空气悬架的空气弹簧的载荷值。

其中，所述空气弹簧，可以包括：膜式空气弹簧。所述膜式空气弹簧，可以包括：圆柱形活塞底座膜式空气弹簧。

例如：商用车空气悬架使用的空气弹簧为，膜式空气弹簧，其特征表现为，在正常工作范围内，弹簧刚度变化小，有效面积的变化率小，具有很低的自振频率，且不随载荷的变化而改变。

由此，通过选用膜式空气弹簧，进一步选用圆柱形活塞底座膜式空气弹簧作为膜式空气弹簧，有利于提升基于空气弹簧的载荷值进行提前预警处理的精准性和可靠性，从而可以可靠而安全地实现对车辆的防侧翻控制。

可选地，可以结合图 2 所示本申请的方法中根据所述位移传感器数据确定所述电控空气悬架的空气弹簧的载荷值的一实施例流程示意图，进一步说明步骤 S120 中根据所述位移传感器数据确定所述电控空气悬架的空气弹簧的载荷值的具体过程，可以包括：步骤 S210 和步骤 S220。

步骤 S210，确定所述车辆所属环境的大气压力 p_a 和空气多变指数 n 、所述空气弹簧

在初始状态下的设定高度 h 和内部压力 p_{e0} 、以及所述空气弹簧自身的有效承压面积 A_e 。

其中，所述空气多变指数，能够根据所述电控空气悬架的位移传感器数据的变化率确定；和/或，所述内部压力，能够根据所述设定高度和所述车辆的车身自身重量确定。

由此，通过基于车辆参数和空气弹簧参数确定空气多变指数及空气弹簧的内部压力，使得对空气多变指数和空气弹簧的内部压力确定的精准性好、可靠性高，有利于提升对空气弹簧的载荷值确定的精准性和可靠性。

步骤 S220，根据所述大气压力 p_a 、所述空气多变指数 n 、所述设定高度 h 、所述内部压力 p_{e0} 和所述有效承压面积 A_e ，结合所述位移传感器数据 x ，利用以下公式计算得到所述空气弹簧的载荷值 F ：

$$F = \left[(p_a + p_{e0}) \left(\frac{h}{h+x} \right)^n - p_a \right] A_e。$$

$$\text{例如：载荷数值为：} F = \left[(p_a + p_{e0}) \left(\frac{h}{h+x} \right)^n - p_a \right] A_e。$$

其中， p_a —大气压力； h —初始状态空气弹簧的设计高度； x —位移传感器测量高度； n —气体多变指数，此处指空气多变指数，该值根据位移传感器测量的高度变化率 dx/dt 的大小，选取 1.3~1.38； p_{e0} —空气弹簧内部初始状态表压力（也称为相对气体压力或有效压力），根据所设计空气弹簧的高度及车身自身重量，可以得到该值大小； A_e —空气弹簧的有效承压面积，由具体的空气弹簧决定，可固化在 ECU 中。也就是说，经过该算法的近似与运算后，载荷的数值的变化仅与位移 x 相关；可通过电控空气悬架位移传感器测量，并可由此得到各车轴上载荷情况。

例如：根据空气弹簧的选择，ECU 获取相应的空气弹簧有效承压面积 A_e 、单个空气弹簧相应的阈值；根据选择的具体车辆车型（如车型参数），ECU 获取相应的车辆自身（即车辆空载情况下）重量及相应预警阈值；再根据所设计高度，可以获取空气弹簧内部初始状态相对压力；实时采集每个空气弹簧上的位移传感器数据，ECU 计算出对应的空气多变指数。这样，经计算可得各个空气弹簧上的受力情况，即各个空气弹簧的载荷情况；从而得到整车的簧载质量。

由此，通过基于车辆参数和空气弹簧参数，结合位移传感器数据利用设定公式计算得到空气弹簧的载荷值，计算方式简便，且可靠性高、精准性好。

在步骤 S130 处，根据所述载荷值进行超载预警和/或倾侧预警，以实现与所述车辆的防侧翻控制。

例如：在商用车无安装压力传感器的情况下，通过采集商用车的电控空气悬架的位移传感器数据，通过算法计算，可对车辆载荷做出评估，并对车身姿态做出评估，提前预警，防止侧翻危险；在无需使用压力传感器的情况下，利用电控空气悬架自身位移传感器数据，通过算法计算，至少可以达到的有益效果可以包括：对车辆载荷做出评估，对超载进行预警；在检测到车身姿态不平稳时，发出预警，防止车辆发生侧翻危险。

例如：利用载荷转移的定义式，即直接求取载荷之差；具体实施为：针对空气弹簧本身，在无需使用压力传感器的情况下，直接利用电控空气悬架位移传感器数据得到载荷及

计算车辆侧倾情况。

由此，通过根据车辆的电控空气悬架的位移传感器数据确定电控空气悬架的空气弹簧的载荷值，进而根据该载荷值进行超载预警、倾侧预警等提前预警处理，可以实现对车辆的防侧翻控制，有效防止车辆侧翻，提升车辆运行的可靠性和安全性。

其中，所述载荷值，可以包括：所述电控空气悬架中每个所述空气弹簧的单个载荷和所述车辆整车的总载荷。

可选地，可以结合图3所示本申请的方法中根据所述载荷值进行超载预警的一实施例流程示意图，进一步说明步骤S130中根据所述载荷值进行超载预警的具体过程，可以包括：步骤S310至步骤S330。

步骤S310，在所述车辆未行使的情况下，根据所述单个载荷和/或所述总载荷确定所述车辆是否超载。例如：根据所述单个载荷在设定的单个载荷范围中的第一位置、和/或所述总载荷在设定的总载荷范围中的第二位置，确定所述车辆是否超载。

更可选地，可以结合图4所示本申请的方法中根据所述单个载荷和/或所述总载荷确定所述车辆是否超载的一实施例流程示意图，进一步说明步骤S310中根据所述单个载荷和/或所述总载荷确定所述车辆是否超载的具体过程，可以包括：步骤S410至步骤S450。

步骤S410，确定任一所述空气弹簧的单个载荷是否大于或等于设定的第一单个载荷阈值、或所述总载荷是否大于或等于设定的第一总载荷阈值。

其中，所述第一单个载荷阈值、所述第二单个载荷阈值、所述第一总载荷阈值和所述第二总载荷阈值中的至少之一，能够根据所述空气弹簧的弹簧参数和所述车辆的整车车型确定。

例如：根据使用的空气弹簧与整车车型，设定单个空气弹簧的承载阈值，设定整车承载阈值。

由此，通过空气弹簧的弹簧参数和车辆的车辆参数确定相应的载荷阈值，有利于提升对车辆是否超载判断的精准性和可靠性，进而提升超载预警处理的精准性和可靠性。

步骤S420，若任一所述空气弹簧的单个载荷大于或等于所述第一单个载荷阈值、或所述总载荷大于或等于所述第一总载荷阈值，则确定所述车辆超载，并确定当前的载荷值下的超载预警级别为设定的第一超载预警级别。

步骤S430，若任一所述空气弹簧的单个载荷小于所述第一单个载荷阈值、且所述总载荷小于所述第一总载荷阈值，则进一步确定任一所述空气弹簧的单个载荷是否大于或等于设定的第二单个载荷阈值、或所述总载荷是否大于或等于设定的第二总载荷阈值。所述第二单个载荷阈值小于所述第一单个载荷阈值，且所述第二总载荷阈值小于所述第一总载荷阈值。

步骤S440，若任一所述空气弹簧的单个载荷大于或等于所述第二单个载荷阈值、或所述总载荷大于或等于所述第二总载荷阈值，则确定所述车辆超载，并确定当前的载荷值下的超载预警级别为设定的第二超载预警级别。所述第二超载预警级别小于所述第一超载预警级别。

或者，步骤S450若任一所述空气弹簧的单个载荷小于所述第二单个载荷阈值、且所述总载荷小于所述第二总载荷阈值，则确定所述车辆未超载。

由此，通过结合空气弹簧的载荷值中每个空气弹簧的单个载荷和/或车辆整车的总载荷确定车辆是否超载以及在车辆超载情况下的超载预警级别，从而根据超载预警级别进行超载预警，使得超载预警的精准性和可靠性可以得到保证，从而有利于提升车辆运行的可靠性和安全性。

步骤S320，若所述车辆超载，则根据当前的载荷值按设定的超载预警级别进行超载预警。

更可选地，步骤S320中根据当前的载荷值按设定的超载预警级别进行超载预警，可以包括：若所述超载预警级别为设定的第一超载预警级别，则显示第一设定颜色的超载预

警的指示信息、和/或发起第一设定提醒消息的超载预警；或者，若所述超载预警级别为设定的第二超载预警级别，则显示第二设定颜色的超载预警的指示信息、和/或发起第二设定提醒消息的超载预警。

例如：在车辆未行驶时，ECU 检测满足以下条件时，发出预警：

当任意一个空气弹簧的载荷满足 $F \geq F_{\text{set1}}$ ，或者，总载荷 $F_T \geq F_{\text{max1}}$

时发出超载紧急预警 dangerload ，仪表盘显示设定的第一颜色（如红色）预警及声音警报。

若不满足上述条件即 $F < F_{\text{set1}}$ 且 $F_T < F_{\text{max1}}$ ，当任意一个空气弹簧的载荷超过 $F \geq F_{\text{set2}}$ ，或者，总载荷 $F_T \geq F_{\text{max2}}$ 时，发出超载初级预警 warnload ，仪表盘显示设定的第二颜色（如黄色）预警及声音警报；其中 $F_{\text{set1}} > F_{\text{set2}}$ ， $F_{\text{max1}} > F_{\text{max2}}$ 。

由此，通过在车辆超载情况下按不同的超载预警级别进行相应超载预警级别的超载预警，使得对不同超载情况的超载预警清楚、直观，便于用户查看或收听，从而及时给予相应超载情况下的妥当处理。

或者，步骤 S330，若所述车辆未超载、或在所述车辆超载的情况下经减载至未超载，则不进行超载预警、或解除在所述车辆超载情况下的超载预警。

例如：在车辆未行驶时，ECU 检测、计算单个空气弹簧的载荷 F ，计算总载荷 $F_T = \sum F_i$ ， i 为安装的空气弹簧个数， $i \geq 2$ ；将单个空气弹簧的载荷、总载荷分别与设定阈值相比较，得出多个级别的载荷预警，并发出该预警。

由此，通过在车辆未行使的情况下根据载荷值中的单个载荷和/或总载荷确定车辆是否超载，从而在车辆超载时进行超载预警，在车辆未超载时进行相应指示，可以提升对车辆超载预警的可靠性和精准性，进而提升车辆运行的可靠性和安全性。

更可选地，步骤 S330 中不进行超载预警、或解除在所述车辆超载情况下的超载预警，可以包括：显示第三设定颜色的未超载或解除超载预警的指示信息、和/或解除第一设定提醒消息或第二设定提醒消息的超载预警。

例如：在车辆未行驶时，ECU 检测满足以下条件时，发出预警：

当所有的空气弹簧的载荷均满足 $F < F_{\text{set}}$ 且总载荷 $F_T < F_{\text{max}}$ 时，解除预警状态， safeload 仪表盘显示设定的第三颜色（如绿色），解除声音警报。

由此，通过在车辆未超载情况下或解除超载预警情况下进行相应的显示，便于用户查看，人性化好。

可选地，可以结合图 5 所示本申请的方法中根据所述载荷值进行倾侧预警的一实施例流程图示意图，进一步说明步骤 S130 中根据所述载荷值进行倾侧预警的具体过程，可以包括：步骤 S510 至步骤 S540。

步骤 S510，根据所述载荷值确定所述车辆的横向载荷转移率。

更可选地，可以结合图 6 所示本申请的方法中根据所述载荷值确定横向载荷转移率的一实施例流程图示意图，进一步说明步骤 S510 中根据所述载荷值确定横向载荷转移率的具体过程，可以包括：步骤 S610 至步骤 S630。

步骤 S610，将所述载荷值分组成为所述车辆左右两侧的左载荷值和右载荷值。

步骤 S620，根据所述左载荷值和所述右载荷值，确定所述车辆的左右侧轮胎的垂直载荷之差和所述左右侧轮胎的垂直载荷值和。

步骤 S630，将所述垂直载荷之差除以所述垂直载荷之和，得到所述车辆的横向载荷转移率。

例如：直接求取载荷之差，可以使用横向载荷转移率 LTR，即车辆左右侧轮胎的垂直载荷之差 $F_L - F_R$ 除以垂直载荷之和 $F_L + F_R$ ，得到 $\text{LTR} = (F_L - F_R) / (F_L + F_R)$ ，作为侧翻阈值。

例如：使用横向载荷转移率 LTR 作为侧翻阈值。 $F_L = \sum F_{Li}$ ； $F_R = \sum F_{Ri}$ ； i 为安装的空气弹簧个数， $i \geq 2$ ； F_{Li} 、 F_{Ri} 为左右两侧各个空气弹簧的负荷情况；通过对载荷评估后，可获得车辆左右侧的载荷 F_L 、 F_R ；并计算得到 LTR，根据 LTR 与设定的阈值相比，得出多个

级别的侧倾预警，并发出该预警。其中，LTR 为横向载荷转移率； F_L 为车辆的左轴载荷； F_R 为车辆的右轴载荷。

由此，通过将载荷值分组成为车辆左右两侧的左载荷值和右载荷值，进而基于该分组后的左载荷值和右载荷值进行计算得到车辆的横向载荷转移率，计算过程简便，且计算结果可靠、精准。

步骤 S520，根据所述横向载荷转移率确定所述车辆的车身姿态是否平稳。

更可选地，可以结合图 7 所示本申请的方法中根据所述横向载荷转移率确定所述车辆的车身姿态是否平稳的一实施例流程示意图，进一步说明步骤 S520 中根据所述横向载荷转移率确定所述车辆的车身姿态是否平稳的具体过程，可以包括：步骤 S710 至步骤 S750。

步骤 S710，确定所述横向载荷转移率是否大于或等于设定转移率范围的上限。

步骤 S720，若所述横向载荷转移率大于或等于所述设定转移率范围的上限，则确定所述车身姿态不平稳，并确定当前的横向载荷转移率下的倾侧预警级别为设定的第一倾侧预警级别。

例如：可以参见图 10 所示流程图，对载荷预警进行示例性说明：

当满足 $|LTR| \geq LIMIT_1$ 时，ECU 发出侧倾紧急预警 $danger_{tilt}$ ，仪表盘显示设定的第一颜色（如红色）预警及声音警报。

步骤 S730，若所述横向载荷转移率小于所述设定转移率范围的上限，则进一步确定所述横向载荷转移率是否大于或等于所述设定转移率范围的下限。

步骤 S740，若所述横向载荷转移率小于所述设定转移率范围的上限、且大于或等于所述设定转移率范围的下限，则在根据所述载荷值进行超载预警的情况下，结合对所述车辆进行超载预警的超载预警级别进一步确定所述车身姿态是否平稳。

更进一步可选地，步骤 S740 中结合对所述车辆进行超载预警的超载预警级别进一步确定所述车身姿态是否平稳，可以包括以下任一种情形：

第一种情形：若对所述车辆进行超载预警的超载预警级别为第一超载预警级别或第二超载预警级别，则确定所述车身姿态不平稳，并确定当前的横向载荷转移率下的倾侧预警级别为设定的第一倾侧预警级别。

第二种情形：若对所述车辆进行超载预警的超载预警级别为不进行超载预警、或解除在所述车辆超载情况下的超载预警，或者若不考虑对所述车辆进行超载预警的超载预警级别，则确定所述车身姿态不平稳，并确定当前的横向载荷转移率下的倾侧预警级别为设定的第二倾侧预警级别。所述第二倾侧预警级别小于所述第一倾侧预警级别。

例如：可以参见图 10 所示流程图，对载荷预警进行示例性说明：

当满足 $LIMIT_1 > |LTR| \geq LIMIT_2$ 时，结合载荷预警，可分以下两种情况：

(a) 当载荷预警达到 $danger_{load}$ 或者 $warn_{load}$ ，ECU 发出侧倾紧急预警 $danger_{tilt}$ ，仪表盘显示红色预警及声音警报。

(b) 当载荷预警为 $safe_{load}$ 时，ECU 发出侧倾初级预警 $warn_{tilt}$ ，仪表盘显示黄色预警及声音警报。特殊的，也可在不考虑载荷预警下，ECU 直接发出侧倾初级预警 $warn_{tilt}$ ，仪表盘显示设定的第二颜色（如黄色）预警及声音警报。

由此，通过在所述横向载荷转移率小于所述设定转移率范围的上限、且大于或等于所述设定转移率范围的下限的情况下，结合车辆的超载预警级别进一步确定车辆的倾侧预警级别，有利于提升对倾侧预警级别确定的精准性和可靠性。

或者，步骤 S750，若所述横向载荷转移率小于所述设定转移率范围的下限，则确定所述车身姿态平稳。

由此，通过根据车辆的横向载荷转移率确定车辆的车身姿态是否稳定以及在车身姿态不稳定情况下的倾侧预警级别，从而根据倾侧预警级别进行倾侧预警，使得倾侧预警的精准性和可靠性可以得到保证，从而有利于提升车辆运行的可靠性和安全性。

步骤 S530，若所述车身姿态不平稳，则根据当前的横向载荷转移率按设定的倾侧预警

级别进行倾侧预警。

更可选地，步骤 S530 中根据当前的横向载荷转移率按设定的倾侧预警级别进行倾侧预警，可以包括：若所述倾侧预警级别为设定的第一倾侧预警级别，则显示第一设定颜色的倾侧预警的指示信息、和/或发起第一设定提醒消息的倾侧预警；或者，若所述倾侧预警级别为设定的第二倾侧预警级别，则显示第二设定颜色的倾侧预警的指示信息、和/或发起第二设定提醒消息的倾侧预警。

例如：可以通过仪表盘显示区分，例如：使用设的第三颜色（如绿色）——安全、设定的第二颜色（如黄色）——初级预警、设定的第一颜色（如红色）——紧急预警、以及声音警报等）。这样，在无需使用压力传感器的情况下，利用电控空气悬架自身位移传感器数据，通过算法计算，一方面能够对车辆载荷做出评估，对超载进行预警；另一方面能在检测到车身姿态不平稳时，发出预警，防止车辆发生侧翻危险。

由此，通过在车辆的车身姿态不稳定情况下按不同的倾侧预警级别进行相应倾侧预警级别的倾侧预警，使得对不同倾侧情况的倾侧预警清楚、直观，便于用户查看或收听，从而及时给予相应倾侧情况下的妥当处理。

或者，步骤 S540 若所述车身姿态平稳、或在所述车身姿态不平稳的情况下经车身姿态调整至车身姿态平稳，则不进行倾侧预警、或解除在所述车身姿态不平稳情况下的倾侧预警。

例如：将得到的各个载荷，分组成为车辆左右两侧的载荷 F_L 、 F_R ，使用横向载荷转移率 LTR 计算，判断根据 LTR 与设定的阈值相比后，可选择性地增加载荷预警作为附加判断条件后，得到多个级别的侧倾预警，并发给仪表盘显示。

由此，通过根据空气弹簧的载荷值确定车辆的横向载荷转移率，进而根据该横向车辆载荷率确定车辆的车身姿态是否平稳，以在车身姿态不平稳时进行相应的倾侧预警，可以提醒用户及时调整车身姿态从而提升车辆运行的可靠性和安全性；或在车身姿态平稳或解除倾侧预警的情况下不进行倾侧预警，便于用户随时得知车身姿态的状态，人性化好。

更可选地，步骤 S540 中不进行倾侧预警、或解除在所述车身姿态不平稳情况下的倾侧预警，可以包括：显示第三设定颜色的未倾侧或解除倾侧预警的指示信息、和/或解除第一设定提醒消息或第二设定提醒消息的倾侧预警。

例如：当满足 $|LTR| < LIMIT_2$ 时，ECU 发出侧倾紧急预警 $safe_{tilt}$ ，仪表盘显示设定的第三颜色（如绿色）及解除声音警报。通过仪表可直观地给驾驶员以提示，方便其规范载荷和自身的驾驶行为，避免侧翻事故发生。

由此，通过在车辆的车身姿态稳定情况下或解除倾侧预警情况下进行相应的显示，便于用户查看，人性化好。

经大量的试验验证，采用本实施例的技术方案，通过在商用车无安装压力传感器的情况下，通过采集商用车的电控空气悬架的位移传感器数据，对车辆载荷做出评估，对超载进行载荷预警，防止车辆在超载的情况下发生侧翻危险，提升车辆运行的可靠性和安全性。

根据本申请的实施例，还提供了对应于车辆防侧翻的控制方法的一种车辆防侧翻的控制装置。参见图 8 所示本申请的装置的一实施例的结构示意图。该车辆防侧翻的控制装置可以包括：获取单元 102 和控制单元 104。

在一个可选例子中，获取单元 102，可以用于获取所述车辆的电控空气悬架的位移传感器数据。该获取单元 102 的具体功能及处理参见步骤 S110。

在一个可选例子中，控制单元 104，可以用于根据所述位移传感器数据确定所述电控空气悬架的空气弹簧的载荷值。该控制单元 104 的具体功能及处理参见步骤 S120。

其中，所述空气弹簧，可以包括：膜式空气弹簧。所述膜式空气弹簧，可以包括：圆柱形活塞底座膜式空气弹簧。

例如：商用车空气悬架使用的空气弹簧为，膜式空气弹簧，其特征表现为，在正常工作范围内，弹簧刚度变化小，有效面积的变化率小，具有很低的自振频率，且不随载荷的

变化而改变。

由此，通过选用膜式空气弹簧，进一步选用圆柱形活塞底座膜式空气弹簧作为膜式空气弹簧，有利于提升基于空气弹簧的载荷值进行提前预警处理的精准性和可靠性，从而可以可靠而安全地实现对车辆的防侧翻控制。

可选地，所述控制单元 104 根据所述位移传感器数据确定所述电控空气悬架的空气弹簧的载荷值，可以包括：

所述控制单元 104，具体还可以用于确定所述车辆所属环境的大气压力 p_a 和空气多变指数 n 、所述空气弹簧在初始状态下的设定高度 h 和内部压力 p_{e0} 、以及所述空气弹簧自身的有效承压面积 A_e 。该控制单元 104 的具体功能及处理还参见步骤 S210。

其中，所述空气多变指数，能够根据所述电控空气悬架的位移传感器数据的变化率确定；和/或，所述内部压力，能够根据所述设定高度和所述车辆的车身自身重量确定。

由此，通过基于车辆参数和空气弹簧参数确定空气多变指数及空气弹簧的内部压力，使得对空气多变指数和空气弹簧的内部压力确定的精准性好、可靠性高，有利于提升对空气弹簧的载荷值确定的精准性和可靠性。

所述控制单元 104，具体还可以用于根据所述大气压力 p_a 、所述空气多变指数 n 、所述设定高度 h 、所述内部压力 p_{e0} 和所述有效承压面积 A_e ，结合所述位移传感器数据 x ，

利用以下公式计算得到所述空气弹簧的载荷值 F ：
$$F = \left[(p_a + p_{e0}) \left(\frac{h}{h+x} \right)^n - p_a \right] A_e$$
。该控制单元 104 的具体功能及处理还参见步骤 S220。

$$\text{例如：载荷数值为：} F = \left[(p_a + p_{e0}) \left(\frac{h}{h+x} \right)^n - p_a \right] A_e$$

其中， p_a —大气压力； h —初始状态空气弹簧的设计高度； x —位移传感器测量高度； n —气体多变指数，此处指空气多变指数，该值根据位移传感器测量的高度变化率 dx/dt 的大小，选取 1.3~1.38； p_{e0} —空气弹簧内部初始状态表压力（也称为相对气体压力或有效压力），根据所设计空气弹簧的高度及车身自身重量，可以得到该值大小； A_e —空气弹簧的有效承压面积，由具体的空气弹簧决定，可固化在 ECU 中。也就是说，经过该算法的近似与运算后，载荷的数值的变化仅与位移 x 相关；可通过电控空气悬架位移传感器测量，并可由此得到各车轴上载荷情况。

例如：根据空气弹簧的选择，ECU 获取相应的空气弹簧有效承压面积 A_e 、单个空气弹簧相应的阈值；根据选择的具体车辆车型（如车型参数），ECU 获取相应的车辆自身（即车辆空载情况下）重量及相应预警阈值；再根据所设计高度，可以获取空气弹簧内部初始状态相对压力；实时采集每个空气弹簧上的位移传感器数据，ECU 计算出对应的空气多变指数。这样，经计算可得各个空气弹簧上的受力情况，即各个空气弹簧的载荷情况；从而得到整车的簧载质量。

由此，通过基于车辆参数和空气弹簧参数，结合位移传感器数据利用设定公式计算得到空气弹簧的载荷值，计算方式简便，且可靠性高、精准性好。

在一个可选例子中，所述控制单元 104，还可以用于根据所述载荷值进行超载预警和/或倾侧预警，以实现所述车辆的防侧翻控制。该控制单元 104 的具体功能及处理还参见步骤 S130。

例如：在商用车无安装压力传感器的情况下，通过采集商用车的电控空气悬架的位移传感器数据，通过算法计算，可对车辆载荷做出评估，并对车身姿态做出评估，提前预警，防止侧翻危险；在无需使用压力传感器的情况下，利用电控空气悬架自身位移传感器数据，通过算法计算，至少可以达到的有益效果可以包括：对车辆载荷做出评估，对超载进行预警；在检测到车身姿态不平稳时，发出预警，防止车辆发生侧翻危险。

例如：利用载荷转移的定义式，即直接求取载荷之差；具体实施为：针对空气弹簧本身，在无需使用压力传感器的情况下，直接利用电控空气悬架位移传感器数据得到载荷及计算车辆侧倾情况。

由此，通过根据车辆的电控空气悬架的位移传感器数据确定电控空气悬架的空气弹簧的载荷值，进而根据该载荷值进行超载预警、倾侧预警等提前预警处理，可以实现对车辆的防侧翻控制，有效防止车辆侧翻，提升车辆运行的可靠性和安全性。

其中，所述载荷值，可以包括：所述电控空气悬架中每个所述空气弹簧的单个载荷和所述车辆整车的总载荷。

可选地，所述控制单元 104 根据所述载荷值进行超载预警，可以包括：

所述控制单元 104，具体还可以用于在所述车辆未行使的情况下，根据所述单个载荷和/或所述总载荷确定所述车辆是否超载。例如：根据所述单个载荷在设定的单个载荷范围中的第一位置、和/或所述总载荷在设定的总载荷范围中的第二位置，确定所述车辆是否超载。该控制单元 104 的具体功能及处理还参见步骤 S310。

更可选地，15. 根据权利要求 14 所述的装置，其特征在于，所述控制单元 104 根据所述单个载荷和/或所述总载荷确定所述车辆是否超载，可以包括：

所述控制单元 104，具体还可以用于确定任一所述空气弹簧的单个载荷是否大于或等于设定的第一单个载荷阈值、或所述总载荷是否大于或等于设定的第一总载荷阈值。该控制单元 104 的具体功能及处理还参见步骤 S410。

其中，所述第一单个载荷阈值、所述第二单个载荷阈值、所述第一总载荷阈值和所述第二总载荷阈值中的至少之一，能够根据所述空气弹簧的弹簧参数和所述车辆的整车车型确定。

例如：根据使用的空气弹簧与整车车型，设定单个空气弹簧的承载阈值，设定整车承载阈值。

由此，通过空气弹簧的弹簧参数和车辆的车辆参数确定相应的载荷阈值，有利于提升对车辆是否超载判断的精准性和可靠性，进而提升超载预警处理的精准性和可靠性。

所述控制单元 104，具体还可以用于若任一所述空气弹簧的单个载荷大于或等于所述第一单个载荷阈值、或所述总载荷大于或等于所述第一总载荷阈值，则确定所述车辆超载，并确定当前的载荷值下的超载预警级别为设定的第一超载预警级别。该控制单元 104 的具体功能及处理还参见步骤 S420。

所述控制单元 104，具体还可以用于若任一所述空气弹簧的单个载荷小于所述第一单个载荷阈值、且所述总载荷小于所述第一总载荷阈值，则进一步确定任一所述空气弹簧的单个载荷是否大于或等于设定的第二单个载荷阈值、或所述总载荷是否大于或等于设定的第二总载荷阈值。所述第二单个载荷阈值小于所述第一单个载荷阈值，且所述第二总载荷阈值小于所述第一总载荷阈值。该控制单元 104 的具体功能及处理还参见步骤 S430。

所述控制单元 104，具体还可以用于若任一所述空气弹簧的单个载荷大于或等于所述第二单个载荷阈值、或所述总载荷大于或等于所述第二总载荷阈值，则确定所述车辆超载，

并确定当前的载荷值下的超载预警级别为设定的第二超载预警级别。所述第二超载预警级别小于所述第一超载预警级别。该控制单元 104 的具体功能及处理还参见步骤 S440。

或者,所述控制单元 104,具体还可以用于若任一所述空气弹簧的单个载荷小于所述第二单个载荷阈值、且所述总载荷小于所述第二总载荷阈值,则确定所述车辆未超载。该控制单元 104 的具体功能及处理还参见步骤 S450。

由此,通过结合空气弹簧的载荷值中每个空气弹簧的单个载荷和/或车辆整车的总载荷确定车辆是否超载以及在车辆超载情况下的超载预警级别,从而根据超载预警级别进行超载预警,使得超载预警的精准性和可靠性可以得到保证,从而有利于提升车辆运行的可靠性和安全性。

所述控制单元 104,具体还可以用于若所述车辆超载,则根据当前的载荷值按设定的超载预警级别进行超载预警。该控制单元 104 的具体功能及处理还参见步骤 S320。

更可选地,所述控制单元 104 根据当前的载荷值按设定的超载预警级别进行超载预警,可以包括:所述控制单元 104,具体还可以用于若所述超载预警级别为设定的第一超载预警级别,则显示第一设定颜色的超载预警的指示信息、和/或发起第一设定提醒消息的超载预警;或者,所述控制单元 104,具体还可以用于若所述超载预警级别为设定的第二超载预警级别,则显示第二设定颜色的超载预警的指示信息、和/或发起第二设定提醒消息的超载预警。

例如:在车辆未行驶时,ECU 检测满足以下条件时,发出预警:

当任意一个空气弹簧的载荷满足 $F \geq F_{set1}$, 或者,总载荷 $F_T \geq F_{max1}$

时发出超载紧急预警 $danger_{load}$,仪表盘显示设定的第一颜色(如红色)预警及声音警报。

若不满足上述条件即 $F < F_{set1}$ 且 $F_T < F_{max1}$,当任意一个空气弹簧的载荷超过 $F > F_{set2}$,或者,总载荷 $F_T \geq F_{max2}$ 时,发出超载初级预警 $warn_{load}$,仪表盘显示设定的第二颜色(如黄色)预警及声音警报;其中 $F_{set1} > F_{set2}$, $F_{max1} > F_{max2}$ 。

由此,通过在车辆超载情况下按不同的超载预警级别进行相应超载预警级别的超载预警,使得对不同超载情况的超载预警清楚、直观,便于用户查看或收听,从而及时给予相应超载情况下的妥当处理。

或者,所述控制单元 104,具体还可以用于若所述车辆未超载、或在所述车辆超载的情况下经减载至未超载,则不进行超载预警、或解除在所述车辆超载情况下的超载预警。该控制单元 104 的具体功能及处理还参见步骤 S330。

例如:在车辆未行驶时,ECU 检测、计算单个空气弹簧的载荷 F ,计算总载荷 $F_T = \sum F_i$, i 为安装的空气弹簧个数, $i \geq 2$;将单个空气弹簧的载荷、总载荷分别与设定阈值相比较,得出多个级别的载荷预警,并发出该预警。

由此,通过在车辆未行使的情况下根据载荷值中的单个载荷和/或总载荷确定车辆是否超载,从而在车辆超载时进行超载预警,在车辆未超载时进行相应指示,可以提升对车辆超载预警的可靠性和精准性,进而提升车辆运行的可靠性和安全性。

更可选地,所述控制单元 104 不进行超载预警、或解除在所述车辆超载情况下的超载预警,可以包括:所述控制单元 104,具体还可以用于显示第三设定颜色的未超载或解除超载预警的指示信息、和/或解除第一设定提醒消息或第二设定提醒消息的超载预警。

例如:在车辆未行驶时,ECU 检测满足以下条件时,发出预警:

当所有的空气弹簧的载荷均满足 $F < F_{set}$ 且总载荷 $F_T < F_{max}$ 时,解除预警状态, $safe_{load}$ 仪表盘显示设定的第三颜色(如绿色),解除声音警报。

由此,通过在车辆未超载情况下或解除超载预警情况下进行相应的显示,便于用户查看,人性化好。

可选地,所述控制单元 104 根据所述载荷值进行倾侧预警,可以包括:

所述控制单元 104,具体还可以用于根据所述载荷值确定所述车辆的横向载荷转移率。

该控制单元 104 的具体功能及处理还参见步骤 S510。

更可选地, 所述控制单元 104 根据所述载荷值确定横向载荷转移率, 可以包括:

所述控制单元 104, 具体还可以用于将所述载荷值分组成为所述车辆左右两侧的左载荷值和右载荷值。该控制单元 104 的具体功能及处理还参见步骤 S610。

所述控制单元 104, 具体还可以用于根据所述左载荷值和所述右载荷值, 确定所述车辆的左右侧轮胎的垂直载荷之差和所述左右侧轮胎的垂直载荷值和。该控制单元 104 的具体功能及处理还参见步骤 S620。

所述控制单元 104, 具体还可以用于将所述垂直载荷之差除以所述垂直载荷之和, 得到所述车辆的横向载荷转移率。该控制单元 104 的具体功能及处理还参见步骤 S630。

例如: 直接求取载荷之差, 可以使用横向载荷转移率 LTR, 即车辆左右侧轮胎的垂直载荷之差 $F_L - F_R$ 除以垂直载荷之和 $F_L + F_R$, 得到 $LTR = (F_L - F_R) / (F_L + F_R)$, 作为侧翻阈值。

例如: 使用横向载荷转移率 LTR 作为侧翻阈值。 $F_L = \sum F_{Li}$; $F_R = \sum F_{Ri}$; i 为安装的空气弹簧个数, $i \geq 2$; F_{Li} 、 F_{Ri} 为左右两侧各个空气弹簧的负荷情况; 通过对载荷评估后, 可获得车辆左右侧的载荷 F_L 、 F_R ; 并计算得到 LTR, 根据 LTR 与设定的阈值相比, 得出多个级别的侧倾预警, 并发出该预警。其中, LTR 为横向载荷转移率; F_L 为车辆的左轴载荷; F_R 为车辆的右轴载荷。

由此, 通过将载荷值分组成为车辆左右两侧的左载荷值和右载荷值, 进而基于该分组后的左载荷值和右载荷值进行计算得到车辆的横向载荷转移率, 计算过程简便, 且计算结果可靠、精准。

所述控制单元 104, 具体还可以用于根据所述横向载荷转移率确定所述车辆的车身姿态是否平稳。该控制单元 104 的具体功能及处理还参见步骤 S520。

更可选地, 所述控制单元 104 根据所述横向载荷转移率确定所述车辆的车身姿态是否平稳, 可以包括:

所述控制单元 104, 具体还可以用于确定所述横向载荷转移率是否大于或等于设定转移率范围的上限。该控制单元 104 的具体功能及处理还参见步骤 S710。

所述控制单元 104, 具体还可以用于若所述横向载荷转移率大于或等于所述设定转移率范围的上限, 则确定所述车身姿态不平稳, 并确定当前的横向载荷转移率下的倾侧预警级别为设定的第一倾侧预警级别。该控制单元 104 的具体功能及处理还参见步骤 S720。

例如: 可以参见图 10 所示流程图, 对载荷预警进行示例性说明:

当满足 $|LTR| \geq LIMIT_1$ 时, ECU 发出侧倾紧急预警 danger_{roll}, 仪表盘显示设定的第一颜色 (如红色) 预警及声音警报。

所述控制单元 104, 具体还可以用于若所述横向载荷转移率小于所述设定转移率范围的上限, 则进一步确定所述横向载荷转移率是否大于或等于所述设定转移率范围的下限。该控制单元 104 的具体功能及处理还参见步骤 S730。

所述控制单元 104, 具体还可以用于若所述横向载荷转移率小于所述设定转移率范围的上限、且大于或等于所述设定转移率范围的下限, 则在根据所述载荷值进行超载预警的情况下, 结合对所述车辆进行超载预警的超载预警级别进一步确定所述车身姿态是否平稳。该控制单元 104 的具体功能及处理还参见步骤 S740。

更进一步可选地, 所述控制单元 104 结合对所述车辆进行超载预警的超载预警级别进一步确定所述车身姿态是否平稳, 可以包括以下任一种情形:

第一种情形: 所述控制单元 104, 具体还可以用于若对所述车辆进行超载预警的超载预警级别为第一超载预警级别或第二超载预警级别, 则确定所述车身姿态不平稳, 并确定当前的横向载荷转移率下的倾侧预警级别为设定的第一倾侧预警级别。

第二种情形: 所述控制单元 104, 具体还可以用于若对所述车辆进行超载预警的超载预警级别为不进行超载预警、或解除在所述车辆超载情况下的超载预警, 或者若不考虑对所述车辆进行超载预警的超载预警级别, 则确定所述车身姿态不平稳, 并确定当前的横向

载荷转移率下的倾侧预警级别为设定的第二倾侧预警级别。所述第二倾侧预警级别小于所述第一倾侧预警级别。

例如：可以参见图 10 所示流程图，对载荷预警进行示例性说明：

当满足 $LIMIT_1 > |LTR| \geq LIMIT_2$ 时，结合载荷预警，可分以下两种情况：

(a) 当载荷预警达到 $danger_{load}$ 或者 $warn_{load}$ ，ECU 发出侧倾紧急预警 $danger_{tilt}$ ，仪表盘显示红色预警及声音警报。

(b) 当载荷预警为 $safeload$ 时，ECU 发出侧倾初级预警 $warn_{tilt}$ ，仪表盘显示黄色预警及声音警报。特殊的，也可在不考虑载荷预警下，ECU 直接发出侧倾初级预警 $warn_{tilt}$ ，仪表盘显示设定的第二颜色（如黄色）预警及声音警报。

由此，通过在所述横向载荷转移率小于所述设定转移率范围的上限、且大于或等于所述设定转移率范围的下限的情况下，结合车辆的超载预警级别进一步确定车辆的倾侧预警级别，有利于提升对倾侧预警级别确定的精准性和可靠性。

或者，所述控制单元 104，具体还可以用于若所述横向载荷转移率小于所述设定转移率范围的下限，则确定所述车身姿态平稳。该控制单元 104 的具体功能及处理还参见步骤 S750。

由此，通过根据车辆的横向载荷转移率确定车辆的车身姿态是否稳定以及在车身姿态不稳定情况下的倾侧预警级别，从而根据倾侧预警级别进行倾侧预警，使得倾侧预警的精准性和可靠性可以得到保证，从而有利于提升车辆运行的可靠性和安全性。

所述控制单元 104，具体还可以用于若所述车身姿态不平稳，则根据当前的横向载荷转移率按设定的倾侧预警级别进行倾侧预警。该控制单元 104 的具体功能及处理还参见步骤 S530。

更可选地，所述控制单元 104 根据当前的横向载荷转移率按设定的倾侧预警级别进行倾侧预警，可以包括：所述控制单元 104，具体还可以用于若所述倾侧预警级别为设定的第一倾侧预警级别，则显示第一设定颜色的倾侧预警的指示信息、和/或发起第一设定提醒消息的倾侧预警；或者，所述控制单元 104，具体还可以用于若所述倾侧预警级别为设定的第二倾侧预警级别，则显示第二设定颜色的倾侧预警的指示信息、和/或发起第二设定提醒消息的倾侧预警。

例如：可以通过仪表盘显示区分，例如：使用设的第三颜色（如绿色）—安全、设定的第二颜色（如黄色）—初级预警、设定的第一颜色（如红色）—紧急预警、以及声音警报等）。这样，在无需使用压力传感器的情况下，利用电控空气悬架自身位移传感器数据，通过算法计算，一方面能够对车辆载荷做出评估，对超载进行预警；另一方面能在检测到车身姿态不平稳时，发出预警，防止车辆发生侧翻危险。

由此，通过在车辆的车身姿态不稳定情况下按不同的倾侧预警级别进行相应倾侧预警级别的倾侧预警，使得对不同倾侧情况的倾侧预警清楚、直观，便于用户查看或收听，从而及时给予相应倾侧情况下的妥当处理。

或者，所述控制单元 104，具体还可以用于若所述车身姿态平稳、或在所述车身姿态不平稳的情况下经车身姿态调整至车身姿态平稳，则不进行倾侧预警、或解除在所述车身姿态不平稳情况下的倾侧预警。该控制单元 104 的具体功能及处理还参见步骤 S540。

例如：将得到的各个载荷，分组成为车辆左右两侧的载荷 F_L 、 F_R ，使用横向载荷转移率 LTR 计算，判断根据 LTR 与设定的阈值相比后，可选择性地增加载荷预警作为附加判断条件后，得到多个级别的侧倾预警，并发给仪表盘显示。

由此，通过根据空气弹簧的载荷值确定车辆的横向载荷转移率，进而根据该横向车辆载荷率确定车辆的车身姿态是否平稳，以在车身姿态不平稳时进行相应的倾侧预警，可以提醒用户及时调整车身姿态从而提升车辆运行的可靠性和安全性；或在车身姿态平稳或解除倾侧预警的情况下不进行倾侧预警，便于用户随时得知车身姿态的状态，人性化好。

更可选地，所述控制单元 104 不进行倾侧预警、或解除在所述车身姿态不平稳情况下

的倾侧预警，可以包括：所述控制单元 104，具体还可以用于显示第三设定颜色的未倾侧或解除倾侧预警的指示信息、和/或解除第一设定提醒消息或第二设定提醒消息的倾侧预警。

例如：当满足 $|LTR| < LIMIT_2$ 时，ECU 发出侧倾紧急预警 $safe_{tilt}$ ，仪表盘显示设定的第三颜色（如绿色）及解除声音警报。通过仪表可直观地给驾驶员以提示，方便其规范载荷和自身的驾驶行为，避免侧翻事故发生。

由此，通过在车辆的车身姿态稳定情况下或解除倾侧预警情况下进行相应的显示，便于用户查看，人性化好。

由于本实施例的装置所实现的处理及功能基本相应于前述图 1 至图 7 所示的方法的实施例、原理和实例，故本实施例的描述中未详尽之处，可以参见前述实施例中的相关说明，在此不做赘述。

经大量的试验验证，采用本申请的技术方案，通过对车辆载荷做出评估后，对车身姿态做出评估，在检测到车身姿态不平稳时，发出预警，防止车辆在车身姿态不平稳的情况下发生侧翻危险，提升车辆运行的可靠性和安全性。

根据本申请的实施例，还提供了对应于车辆防侧翻的控制装置的一种车辆。该车辆可以包括：以上所述的车辆防侧翻的控制装置。

在一个可选实施方式中，在商用车无安装压力传感器的情况下，本申请的方案，涉及车辆领域，也涉及可能应用的其他领域，具体是：通过采集商用车的电控空气悬架的位移传感器数据，通过算法计算，可对车辆载荷做出评估，并对车身姿态做出评估，提前预警，防止侧翻危险。从而，在无需使用压力传感器的情况下，利用电控空气悬架自身位移传感器数据，通过算法计算，至少可以达到的有益效果可以包括：对车辆载荷做出评估，对超载进行预警；在检测到车身姿态不平稳时，发出预警，防止车辆发生侧翻危险。

具体地，在一些车辆载荷评估方案中，可以采用基于模型来计算车辆载荷评估算法，其涉及车辆侧倾角、侧倾角速率、悬架刚度、阻尼系数及车轴轮距等变量和参数。而本申请的方案，是利用载荷转移的定义式，即直接求取载荷之差；具体实施为：针对空气弹簧本身，在无需使用压力传感器的情况下，直接利用电控空气悬架位移传感器数据得到载荷及计算车辆侧倾情况。

其中，直接求取载荷之差，可以使用横向载荷转移率 LTR，即车辆左右侧轮胎的垂直载荷之差 $F_L - F_R$ 除以垂直载荷之和 $F_L + F_R$ ，得到 $LTR = (F_L - F_R) / (F_L + F_R)$ ，作为侧翻阈值。

在一个可选例子中，本申请的方案，提出一种基于电控空气悬架位移传感器的车辆载荷评估算法，并使用该算法对车辆超载及侧倾做出预警。具体地，可以通过仪表盘显示区分，例如：使用设的第三颜色（如绿色）—安全、设定的第二颜色（如黄色）—初级预警、设定的第一颜色（如红色）—紧急预警、以及声音警报等）。这样，在无需使用压力传感器的情况下，利用电控空气悬架自身位移传感器数据，通过算法计算，一方面能够对车辆载荷做出评估，对超载进行预警；另一方面能在检测到车身姿态不平稳时，发出预警，防止车辆发生侧翻危险。

通常情况下，商用车空气悬架使用的空气弹簧为，膜式空气弹簧，其特征表现为，在正常工作范围内，弹簧刚度变化小，有效面积的变化率小，具有很低的自振频率，且不随载荷的变化而改变。具体的计算算法可以包括：

1、气压状态方程式：

根据理想状态气体方程，空气弹簧内部气体状态可表示为：

$$pV^n = \text{const}$$

该公式中： P —空气弹簧内部压强； V —空气弹簧有效容积； const —常量。

即有： $(p_a + p_e)V^n = (p_a + p_{e0})V_0^n = \text{const}$ ①。

公式①中： p_{e0} 、 p_e —分别是空气弹簧内部初始状态和最终状态表压强（也称为相对气体压强或有效压强）； V_0 、 V —分别是初始状态和最终状态的空气弹簧有效容积； p_a —大气压强； n —气体多变指数，此处特指空气多变指数，其在空气弹簧工作过程中，取值为1.3~1.38。

由公式①可得，最终表示压力为： $p_e = (p_a + p_{e0})\left(\frac{V_0}{V}\right)^n - p_a$ ②。

2、空气弹簧标准高度：

根据国家标准 GB/T13061-91，空气弹簧标准高度是一个设定高度 h ，以此高度为计算其变形量的起始点，压缩为正向，伸张为负向。其压缩或伸张量可由位移传感器测量得到，记为 $\pm x$ 。

3、空气弹簧受力情况：

设空气弹簧的有效承压面积 A_e ，即加于空气弹簧的承载力 F 和弹簧内部表压力 p_e 相平衡时，空气弹簧受力 F 可以表示为： $F = p_e A_e$ ③。

将公式②代入公式③后，可得： $F = \left[(p_a + p_{e0})\left(\frac{V_0}{V}\right)^n - p_a \right] A_e$ ④。

4、载荷评估：

对于商用车使用的圆柱形活塞底座膜式空气弹簧，可近似得到：

$$V_0 = A_e h;$$

$$V = A_e (h + x);$$

此时载荷数值为： $F = \left[(p_a + p_{e0})\left(\frac{h}{h+x}\right)^n - p_a \right] A_e$ ⑤。

公式⑤中： p_a —大气压力； h —初始状态空气弹簧的设计高度； x —位移传感器测量高度； n —气体多变指数，此处指空气多变指数，该值根据位移传感器测量的高度变化率 dx/dt 的大小，选取1.3~1.38； p_{e0} —空气弹簧内部初始状态表压力（也称为相对气体压力或有效压力），根据所设计空气弹簧的高度及车身自身重量，可以得到该值大小； A_e —空气弹簧的有效承压面积，由具体的空气弹簧决定，可固化在ECU中。

例如：表压力 P_e 是相对一个大气压力 P_a 的压力值，绝对压力是大气压力 P_a +表压力 P_e ；车辆空载时，车身自身重量 F ，分配到 i 个空气弹簧，则各个空气弹簧分配的重量 F/i 。根据前文所述，若设计空气弹簧高度为 h ，即此时位移量 $x=0$ ，有效承压面积 A ；此时 $F/i = P_{e0} A_e$ ；可以得到初始状态的表压力 P_{e0} 。

也就是说，经过该算法的近似与运算后，载荷的数值的变化仅与位移 x 相关；可通过

电控空气悬架位移传感器测量，并可由此得到各车轴上载荷情况。

5、载荷预警：

根据使用的空气弹簧与整车车型，设定单个空气弹簧的承载阈值，设定整车承载阈值。

例如：不同的车型使用的空气弹簧不同，如巴士与货车、核载量不同的巴士与货车等，其使用的空气弹簧不尽相同。因此，需要根据不同的车型及其使用的不同的空气弹簧，进行参数选择及阈值设定。

在车辆未行驶时，ECU 检测、计算单个空气弹簧的载荷 F ，计算总载荷 $F_T = \sum F_i$ ， i 为安装的空气弹簧个数， $i \geq 2$ ；将单个空气弹簧的载荷、总载荷分别与设定阈值相比较，得出多个级别的载荷预警，并发出该预警。

6、侧倾预警：

使用横向载荷转移率 LTR 作为侧翻阈值。其中，使用横向载荷转移率 $LTR = (F_L - F_R) / (F_L + F_R)$ ，即车辆左右侧轮胎的垂直载荷之差除以垂直载荷之和。

$F_L = \sum F_{Li}$ ； $F_R = \sum F_{Ri}$ ； i 为安装的空气弹簧个数， $i \geq 2$ ； F_{Li} 、 F_{Ri} 为左右两侧各个空气弹簧的负荷情况；通过对载荷评估后，可获得车辆左右侧的载荷 F_L 、 F_R ；并计算得到 LTR，根据 LTR 与设定的阈值相比，得出多个级别的侧倾预警，并发出该预警。其中，LTR 为横向载荷转移率； F_L 为车辆的左轴载荷； F_R 为车辆的右轴载荷。

在一个可选具体实施方式中，可以结合图 9 和图 10 所示的例子，对本申请的方案的具体实现过程进行示例性说明。

在图 10 中， $\sum F_i$ ： i 对应空气弹簧个数， $\sum F_i$ 即各个空气弹簧载荷的总和； F_{set1} 、 F_{set2} 为程序中设定的单个空气弹簧载荷阈值； F_{max1} 、 F_{max2} 为程序中设定的所有空气弹簧总载荷阈值；LIMIT1、LIMIT2 为程序中设定的横向载荷转移率阈值。

在一个可选具体例子中，如图 9 示意图所示，根据空气弹簧的选择，ECU 获取相应的空气弹簧有效承压面积 A_e 、单个空气弹簧相应的阈值；根据选择的具体车辆车型（如车型参数），ECU 获取相应的车辆自身（即车辆空载情况下）重量及相应预警阈值；再根据所设计高度，可以获取空气弹簧内部初始状态相对压力；实时采集每个空气弹簧上的位移传感器数据，ECU 计算出对应的空气多变指数。这样，经计算可得各个空气弹簧上的受力情况，即各个空气弹簧的载荷情况；从而得到整车的簧载质量。

在一个进一步可选具体例子中，可以将得到的簧载质量与设定的预警阈值比较，得出多个级别的载荷预警，并发给仪表盘显示；见图 10 所示流程图。

在车辆未行驶时，ECU 检测满足以下条件时，发出预警：

(1) 当任意一个空气弹簧的载荷满足 $F > F_{set1}$ ，或者，总载荷 $F_T > F_{max1}$

时发出超载紧急预警 $danger_{load}$ ，仪表盘显示设定的第一颜色（如红色）预警及声音警报。

(2) 若不满足上述条件 (1) 即 $F < F_{set1}$ 且 $F_T < F_{max1}$ ，当任意一个空气弹簧的载荷超过 $F > F_{set2}$ ，或者，总载荷 $F_T > F_{max2}$ 时，发出超载初级预警 $warn_{load}$ ，仪表盘显示设定的第二颜色（如黄色）预警及声音警报；其中 $F_{set1} > F_{set2}$ ， $F_{max1} > F_{max2}$ 。

(3) 当所有的空气弹簧的载荷均满足 $F < F_{set}$ 且总载荷 $F_T < F_{max}$ 时，解除预警状态， $safe_{load}$ 仪表盘显示设定的第三颜色（如绿色），解除声音警报。

在一个进一步可选具体例子中，将得到的各个载荷，分组成为车辆左右两侧的载荷 F_L 、 F_R ，使用横向载荷转移率 LTR 计算，判断根据 LTR 与设定的阈值相比后，可选择性地增加载荷预警作为附加判断条件后，得到多个级别的侧倾预警，并发给仪表盘显示。

具体地，可以参见图 10 所示流程图，对载荷预警进行示例性说明：

(1) 当满足 $|LTR| \geq LIMIT_1$ 时，ECU 发出侧倾紧急预警 $danger_{ult}$ ，仪表盘显示设定的第一颜色（如红色）预警及声音警报。

(2) 当满足 $LIMIT_1 > |LTR| \geq LIMIT_2$ 时，结合载荷预警，可分以下两种情况：

(a) 当载荷预警达到 dangerload 或者 warnload , ECU 发出侧倾紧急预警 $\text{danger\textit{tilt}}$, 仪表盘显示红色预警及声音警报。

(b) 当载荷预警为 safeload 时, ECU 发出侧倾初级预警 $\text{warn\textit{tilt}}$, 仪表盘显示黄色预警及声音警报。

特殊的, 也可在不考虑载荷预警下, ECU 直接发出侧倾初级预警 $\text{warn\textit{tilt}}$, 仪表盘显示设定的第二颜色 (如黄色) 预警及声音警报。

(3) 当满足 $|\text{LTR}| < \text{LIMIT}_2$ 时, ECU 发出侧倾紧急预警 safetilt , 仪表盘显示设定的第三颜色 (如绿色) 及解除声音警报。

通过仪表可直观地给驾驶员以提示, 方便其规范载荷和自身的驾驶行为, 避免侧翻事故发生。

由于本实施例的车辆所实现的处理及功能基本相应于前述图 8 所示的装置的实施例、原理和实例, 故本实施例的描述中未详尽之处, 可以参见前述实施例中的相关说明, 在此不做赘述。

经大量的试验验证, 采用本申请的技术方案, 通过在无需使用压力传感器的情况下, 利用电控空气悬架自身位移传感器数据, 通过算法计算, 可对车辆载荷做出评估, 并对车身姿态做出评估, 提前预警, 防止侧翻危险, 提升车辆运行的可靠性和安全性。

根据本申请的实施例, 还提供了对应于车辆防侧翻的控制方法的一种存储介质。该存储介质, 可以包括: 所述存储介质中存储有多条指令; 所述多条指令, 用于由处理器加载并执行以上所述的车辆防侧翻的控制方法。

由于本实施例的存储介质所实现的处理及功能基本相应于前述图 1 至图 7 所示的方法的实施例、原理和实例, 故本实施例的描述中未详尽之处, 可以参见前述实施例中的相关说明, 在此不做赘述。

经大量的试验验证, 采用本申请的技术方案, 通过针对空气弹簧本身, 在无需使用压力传感器的情况下, 直接利用电控空气悬架位移传感器数据得到载荷及计算车辆侧倾情况, 可以防止侧翻危险, 提升车辆运行的可靠性和安全性。

根据本申请的实施例, 还提供了对应于车辆防侧翻的控制方法的一种车辆。该车辆, 可以包括: 处理器, 用于执行多条指令; 存储器, 用于存储多条指令; 其中, 所述多条指令, 用于由所述存储器存储, 并由所述处理器加载并执行以上所述的车辆防侧翻的控制方法。

由于本实施例的车辆所实现的处理及功能基本相应于前述图 1 至图 7 所示的方法的实施例、原理和实例, 故本实施例的描述中未详尽之处, 可以参见前述实施例中的相关说明, 在此不做赘述。

经大量的试验验证, 采用本申请的技术方案, 通过在无需使用压力传感器的情况下, 基于电控空气悬架位移传感器的车辆载荷评估算法, 并使用该算法对车辆超载及侧倾做出预警, 一方面能够对车辆载荷做出评估, 对超载进行预警; 另一方面能在检测到车身姿态不平稳时, 发出预警, 防止车辆发生侧翻危险。

综上, 本领域技术人员容易理解的是, 在不冲突的前提下, 上述各有利方式可以自由地组合、叠加。

以上所述仅为本申请的实施例而已, 并不用于限制本申请, 对于本领域的技术人员来说, 本申请可以有各种更改和变化。凡在本申请的精神和原则之内, 所作的任何修改、等同替换、改进等, 均应包含在本申请的权利要求范围之内。

权利要求

1. 一种车辆防侧翻的控制方法，其特征在于，包括：

获取所述车辆的电控空气悬架的位移传感器数据；

根据所述位移传感器数据确定所述电控空气悬架的空气弹簧的载荷值；

根据所述载荷值进行超载预警和/或倾侧预警，以实现与所述车辆的防侧翻控制。

2. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，根据所述位移传感器数据确定所述电控空气悬架的空气弹簧的载荷值，包括：

确定所述车辆所属环境的大气压力 p_a 和空气多变指数 n 、所述空气弹簧在初始状态下的设定高度 h 和内部压力 p_{e0} 、以及所述空气弹簧自身的有效承压面积 A_e ；

根据所述大气压力 p_a 、所述空气多变指数 n 、所述设定高度 h 、所述内部压力 p_{e0} 和所述有效承压面积 A_e ，结合所述位移传感器数据 x ，利用以下公式计算得到所述空气弹簧

的载荷值 F ：
$$F = \left[(p_a + p_{e0}) \left(\frac{h}{h+x} \right)^n - p_a \right] A_e。$$

3. 根据权利要求 2 所述的方法，其特征在于，其中，

所述空气弹簧，包括：膜式空气弹簧；所述膜式空气弹簧，包括：圆柱形活塞底座膜式空气弹簧；

和/或，

所述空气多变指数，能够根据所述电控空气悬架的位移传感器数据的变化率确定；和/或，

所述内部压力，能够根据所述设定高度和所述车辆的车身自身重量确定。

4. 根据权利要求 1-3 之一所述的方法，其特征在于，所述载荷值，包括：所述电控空气悬架中每个所述空气弹簧的单个载荷和所述车辆整车的总载荷；

其中，

根据所述载荷值进行超载预警，包括：

在所述车辆未行使的情况下，根据所述单个载荷和/或所述总载荷确定所述车辆是否超载；

若所述车辆超载，则根据当前的载荷值按设定的超载预警级别进行超载预警；

或者，若所述车辆未超载、或在所述车辆超载的情况下经减载至未超载，则不进行超载预警、或解除在所述车辆超载情况下的超载预警。

5. 根据权利要求 4 所述的方法，其特征在于，根据所述单个载荷和/或所述总载荷确定所述车辆是否超载，包括：

确定任一所述空气弹簧的单个载荷是否大于或等于设定的第一单个载荷阈值、或所述总载荷是否大于或等于设定的第一总载荷阈值；

若任一所述空气弹簧的单个载荷大于或等于所述第一单个载荷阈值、或所述总载荷大于或等于所述第一总载荷阈值，则确定所述车辆超载，并确定当前的载荷值下的超载预警级别为设定的第一超载预警级别；

若任一所述空气弹簧的单个载荷小于所述第一单个载荷阈值、且所述总载荷小于所述第一总载荷阈值，则进一步确定任一所述空气弹簧的单个载荷是否大于或等于设定的第二

单个载荷阈值、或所述总载荷是否大于或等于设定的第二总载荷阈值；所述第二单个载荷阈值小于所述第一单个载荷阈值，且所述第二总载荷阈值小于所述第一总载荷阈值；

若任一所述空气弹簧的单个载荷大于或等于所述第二单个载荷阈值、或所述总载荷大于或等于所述第二总载荷阈值，则确定所述车辆超载，并确定当前的载荷值下的超载预警级别为设定的第二超载预警级别；所述第二超载预警级别小于所述第一超载预警级别；

或者，若任一所述空气弹簧的单个载荷小于所述第二单个载荷阈值、且所述总载荷小于所述第二总载荷阈值，则确定所述车辆未超载。

6. 根据权利要求5所述的方法，其特征在于，其中，

根据当前的载荷值按设定的超载预警级别进行超载预警，包括：

若所述超载预警级别为设定的第一超载预警级别，则显示第一设定颜色的超载预警的指示信息、和/或发起第一设定提醒消息的超载预警；

或者，若所述超载预警级别为设定的第二超载预警级别，则显示第二设定颜色的超载预警的指示信息、和/或发起第二设定提醒消息的超载预警；

和/或，

不进行超载预警、或解除在所述车辆超载情况下的超载预警，包括：

显示第三设定颜色的未超载或解除超载预警的指示信息、和/或解除第一设定提醒消息或第二设定提醒消息的超载预警；

和/或，

所述第一单个载荷阈值、所述第二单个载荷阈值、所述第一总载荷阈值和所述第二总载荷阈值中的至少之一，能够根据所述空气弹簧的弹簧参数和所述车辆的整车车型确定。

7. 根据权利要求1-6之一所述的方法，其特征在于，根据所述载荷值进行倾侧预警，包括：

根据所述载荷值确定所述车辆的横向载荷转移率；

根据所述横向载荷转移率确定所述车辆的车身姿态是否平稳；

若所述车身姿态不平稳，则根据当前的横向载荷转移率按设定的倾侧预警级别进行倾侧预警；

或者，若所述车身姿态平稳、或在所述车身姿态不平稳的情况下经车身姿态调整至车身姿态平稳，则不进行倾侧预警、或解除在所述车身姿态不平稳情况下的倾侧预警。

8. 根据权利要求7所述的方法，其特征在于，其中，

根据所述载荷值确定横向载荷转移率，包括：

将所述载荷值分组成为所述车辆左右两侧的左载荷值和右载荷值；

根据所述左载荷值和所述右载荷值，确定所述车辆的左右侧轮胎的垂直载荷之差和所述左右侧轮胎的垂直载荷值和；

将所述垂直载荷之差除以所述垂直载荷之和，得到所述车辆的横向载荷转移率；

和/或，

根据所述横向载荷转移率确定所述车辆的车身姿态是否平稳，包括：

确定所述横向载荷转移率是否大于或等于设定转移率范围的上限；

若所述横向载荷转移率大于或等于所述设定转移率范围的上限，则确定所述车身姿态不平稳，并确定当前的横向载荷转移率下的倾侧预警级别为设定的第一倾侧预警级别；

若所述横向载荷转移率小于所述设定转移率范围的上限，则进一步确定所述横向载荷转移率是否大于或等于所述设定转移率范围的下限；

若所述横向载荷转移率小于所述设定转移率范围的上限、且大于或等于所述设定转移率范围的下限，则在根据所述载荷值进行超载预警的情况下，结合对所述车辆进行超载预警的超载预警级别进一步确定所述车身姿态是否平稳；

或者，若所述横向载荷转移率小于所述设定转移率范围的下限，则确定所述车身姿态平稳。

9. 根据权利要求 8 所述的方法, 其特征在于, 结合对所述车辆进行超载预警的超载预警级别进一步确定所述车身姿态是否平稳, 包括:

若对所述车辆进行超载预警的超载预警级别为第一超载预警级别或第二超载预警级别, 则确定所述车身姿态不平稳, 并确定当前的横向载荷转移率下的倾侧预警级别为设定的第一倾侧预警级别;

或者,

若对所述车辆进行超载预警的超载预警级别为不进行超载预警、或解除在所述车辆超载情况下的超载预警, 或者若不考虑对所述车辆进行超载预警的超载预警级别, 则确定所述车身姿态不平稳, 并确定当前的横向载荷转移率下的倾侧预警级别为设定的第二倾侧预警级别; 所述第二倾侧预警级别小于所述第一倾侧预警级别。

10. 根据权利要求 9 所述的方法, 其特征在于, 其中,

根据当前的横向载荷转移率按设定的倾侧预警级别进行倾侧预警, 包括:

若所述倾侧预警级别为设定的第一倾侧预警级别, 则显示第一设定颜色的倾侧预警的指示信息、和/或发起第一设定提醒消息的倾侧预警;

或者, 若所述倾侧预警级别为设定的第二倾侧预警级别, 则显示第二设定颜色的倾侧预警的指示信息、和/或发起第二设定提醒消息的倾侧预警;

和/或,

不进行倾侧预警、或解除在所述车身姿态不平稳情况下的倾侧预警, 包括:

显示第三设定颜色的未倾侧或解除倾侧预警的指示信息、和/或解除第一设定提醒消息或第二设定提醒消息的倾侧预警。

11. 一种车辆防侧翻的控制装置, 其特征在于, 包括:

获取单元, 用于获取所述车辆的电控空气悬架的位移传感器数据;

控制单元, 用于根据所述位移传感器数据确定所述电控空气悬架的空气弹簧的载荷值;

所述控制单元, 还用于根据所述载荷值进行超载预警和/或倾侧预警, 以实现与所述车辆的防侧翻控制。

12. 根据权利要求 11 所述的装置, 其特征在于, 所述控制单元根据所述位移传感器数据确定所述电控空气悬架的空气弹簧的载荷值, 包括:

确定所述车辆所属环境的大气压力 p_a 和空气多变指数 n 、所述空气弹簧在初始状态下的设定高度 h 和内部压力 p_{e0} 、以及所述空气弹簧自身的有效承压面积 A_e ;

根据所述大气压力 p_a 、所述空气多变指数 n 、所述设定高度 h 、所述内部压力 p_{e0} 和所述有效承压面积 A_e , 结合所述位移传感器数据 x , 利用以下公式计算得到所述空气弹簧

的载荷值 F :
$$F = \left[(p_a + p_{e0}) \left(\frac{h}{h+x} \right)^n - p_a \right] A_e.$$

13. 根据权利要求 12 所述的装置, 其特征在于, 其中,

所述空气弹簧, 包括: 膜式空气弹簧; 所述膜式空气弹簧, 包括: 圆柱形活塞底座膜式空气弹簧;

和/或,

所述空气多变指数, 能够根据所述电控空气悬架的位移传感器数据的变化率确定; 和/或,

所述内部压力, 能够根据所述设定高度和所述车辆的车身自身重量确定。

14. 根据权利要求 11-13 之一所述的装置, 其特征在于, 所述载荷值, 包括: 所述电控空气悬架中每个所述空气弹簧的单个载荷和所述车辆整车的总载荷;

其中,

所述控制单元根据所述载荷值进行超载预警, 包括:

在所述车辆未行使的情况下, 根据所述单个载荷和/或所述总载荷确定所述车辆是否超载;

若所述车辆超载, 则根据当前的载荷值按设定的超载预警级别进行超载预警;

或者, 若所述车辆未超载、或在所述车辆超载的情况下经减载至未超载, 则不进行超载预警、或解除在所述车辆超载情况下的超载预警。

15. 根据权利要求 14 所述的装置, 其特征在于, 所述控制单元根据所述单个载荷和/或所述总载荷确定所述车辆是否超载, 包括:

确定任一所述空气弹簧的单个载荷是否大于或等于设定的第一单个载荷阈值、或所述总载荷是否大于或等于设定的第一总载荷阈值;

若任一所述空气弹簧的单个载荷大于或等于所述第一单个载荷阈值、或所述总载荷大于或等于所述第一总载荷阈值, 则确定所述车辆超载, 并确定当前的载荷值下的超载预警级别为设定的第一超载预警级别;

若任一所述空气弹簧的单个载荷小于所述第一单个载荷阈值、且所述总载荷小于所述第一总载荷阈值, 则进一步确定任一所述空气弹簧的单个载荷是否大于或等于设定的第二单个载荷阈值、或所述总载荷是否大于或等于设定的第二总载荷阈值; 所述第二单个载荷阈值小于所述第一单个载荷阈值, 且所述第二总载荷阈值小于所述第一总载荷阈值;

若任一所述空气弹簧的单个载荷大于或等于所述第二单个载荷阈值、或所述总载荷大于或等于所述第二总载荷阈值, 则确定所述车辆超载, 并确定当前的载荷值下的超载预警级别为设定的第二超载预警级别; 所述第二超载预警级别小于所述第一超载预警级别;

或者, 若任一所述空气弹簧的单个载荷小于所述第二单个载荷阈值、且所述总载荷小于所述第二总载荷阈值, 则确定所述车辆未超载。

16. 根据权利要求 15 所述的装置, 其特征在于, 其中,

所述控制单元根据当前的载荷值按设定的超载预警级别进行超载预警, 包括:

若所述超载预警级别为设定的第一超载预警级别, 则显示第一设定颜色的超载预警的指示信息、和/或发起第一设定提醒消息的超载预警;

或者, 若所述超载预警级别为设定的第二超载预警级别, 则显示第二设定颜色的超载预警的指示信息、和/或发起第二设定提醒消息的超载预警;

和/或,

所述控制单元不进行超载预警、或解除在所述车辆超载情况下的超载预警, 包括:

显示第三设定颜色的未超载或解除超载预警的指示信息、和/或解除第一设定提醒消息或第二设定提醒消息的超载预警;

和/或,

所述第一单个载荷阈值、所述第二单个载荷阈值、所述第一总载荷阈值和所述第二总载荷阈值中的至少之一, 能够根据所述空气弹簧的弹簧参数和所述车辆的整车车型确定。

17. 根据权利要求 11-16 之一所述的装置, 其特征在于, 所述控制单元根据所述载荷值进行倾侧预警, 包括:

根据所述载荷值确定所述车辆的横向载荷转移率;

根据所述横向载荷转移率确定所述车辆的车身姿态是否平稳;

若所述车身姿态不平稳, 则根据当前的横向载荷转移率按设定的倾侧预警级别进行倾侧预警;

或者, 若所述车身姿态平稳、或在所述车身姿态不平稳的情况下经车身姿态调整至车身姿态平稳, 则不进行倾侧预警、或解除在所述车身姿态不平稳情况下的倾侧预警。

18. 根据权利要求 17 所述的装置, 其特征在于, 其中,
所述控制单元根据所述载荷值确定横向载荷转移率, 包括:
将所述载荷值分组成为所述车辆左右两侧的左载荷值和右载荷值;
根据所述左载荷值和所述右载荷值, 确定所述车辆的左右侧轮胎的垂直载荷之差和所述左右侧轮胎的垂直载荷值和;
将所述垂直载荷之差除以所述垂直载荷之和, 得到所述车辆的横向载荷转移率;
和/或,
所述控制单元根据所述横向载荷转移率确定所述车辆的车身姿态是否平稳, 包括:
确定所述横向载荷转移率是否大于或等于设定转移率范围的上限;
若所述横向载荷转移率大于或等于所述设定转移率范围的上限, 则确定所述车身姿态不平稳, 并确定当前的横向载荷转移率下的倾侧预警级别为设定的第一倾侧预警级别;
若所述横向载荷转移率小于所述设定转移率范围的上限, 则进一步确定所述横向载荷转移率是否大于或等于所述设定转移率范围的下限;
若所述横向载荷转移率小于所述设定转移率范围的上限、且大于或等于所述设定转移率范围的下限, 则在根据所述载荷值进行超载预警的情况下, 结合对所述车辆进行超载预警的超载预警级别进一步确定所述车身姿态是否平稳;
或者, 若所述横向载荷转移率小于所述设定转移率范围的下限, 则确定所述车身姿态平稳。
19. 根据权利要求 18 所述的装置, 其特征在于, 所述控制单元结合对所述车辆进行超载预警的超载预警级别进一步确定所述车身姿态是否平稳, 包括:
若对所述车辆进行超载预警的超载预警级别为第一超载预警级别或第二超载预警级别, 则确定所述车身姿态不平稳, 并确定当前的横向载荷转移率下的倾侧预警级别为设定的第一倾侧预警级别;
或者,
若对所述车辆进行超载预警的超载预警级别为不进行超载预警、或解除在所述车辆超载情况下的超载预警, 或者若不考虑对所述车辆进行超载预警的超载预警级别, 则确定所述车身姿态不平稳, 并确定当前的横向载荷转移率下的倾侧预警级别为设定的第二倾侧预警级别; 所述第二倾侧预警级别小于所述第一倾侧预警级别。
20. 根据权利要求 19 所述的装置, 其特征在于, 其中,
所述控制单元根据当前的横向载荷转移率按设定的倾侧预警级别进行倾侧预警, 包括:
若所述倾侧预警级别为设定的第一倾侧预警级别, 则显示第一设定颜色的倾侧预警的指示信息、和/或发起第一设定提醒消息的倾侧预警;
或者, 若所述倾侧预警级别为设定的第二倾侧预警级别, 则显示第二设定颜色的倾侧预警的指示信息、和/或发起第二设定提醒消息的倾侧预警;
和/或,
所述控制单元不进行倾侧预警、或解除在所述车身姿态不平稳情况下的倾侧预警, 包括:
显示第三设定颜色的未倾侧或解除倾侧预警的指示信息、和/或解除第一设定提醒消息或第二设定提醒消息的倾侧预警。
21. 一种车辆, 其特征在于, 包括: 如权利要求 11-20 任一所述的车辆防侧翻的控制装置。
22. 一种存储介质, 其特征在于, 所述存储介质中存储有多条指令; 所述多条指令, 用于由处理器加载并执行如权利要求 1-10 任一所述的车辆防侧翻的控制方法。
23. 一种车辆, 其特征在于, 包括:
处理器, 用于执行多条指令;

存储器，用于存储多条指令；

其中，所述多条指令，用于由所述存储器存储，并由所述处理器加载并执行权利要求1-10 任一所述的车辆防侧翻的控制方法。

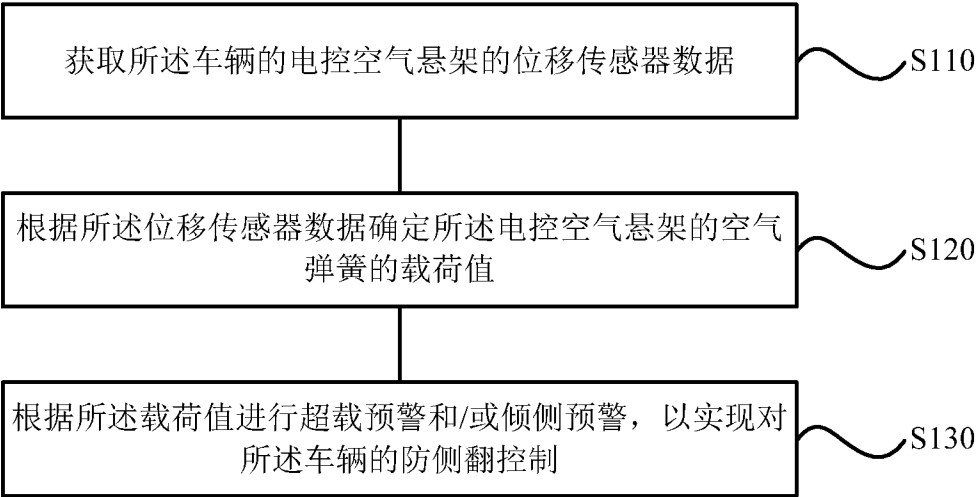


图 1

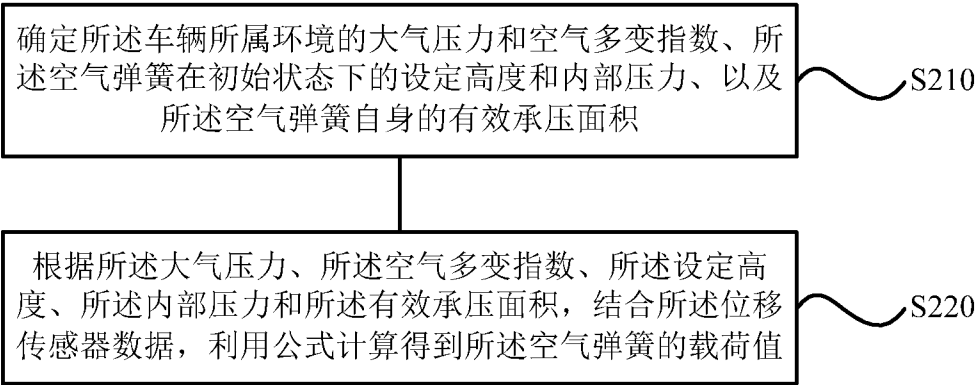


图 2

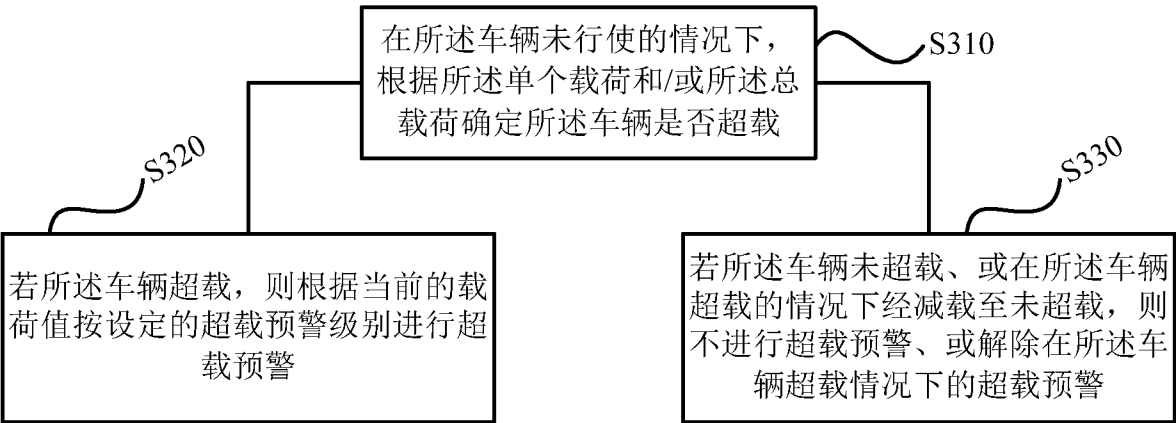


图 3

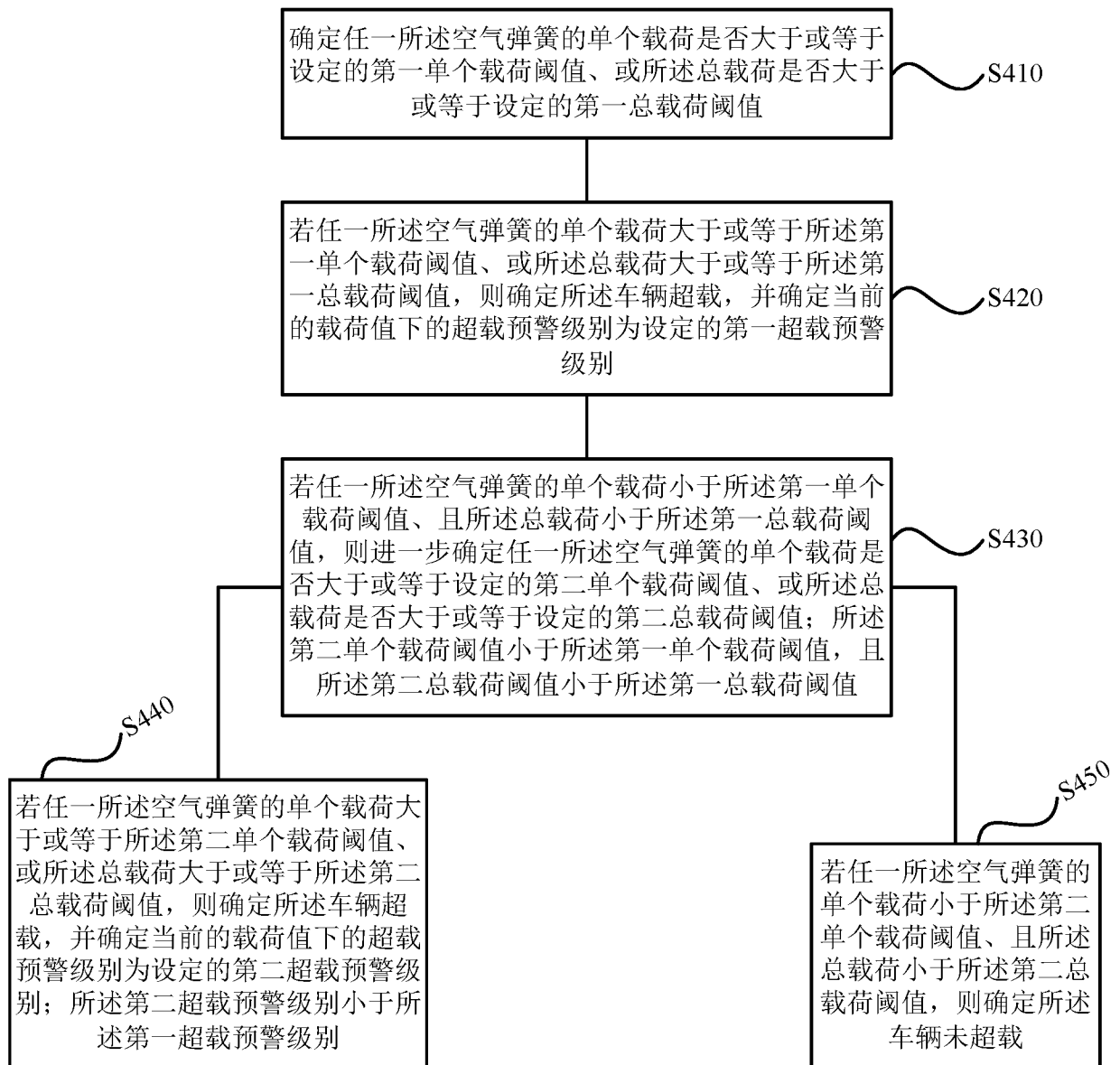


图 4

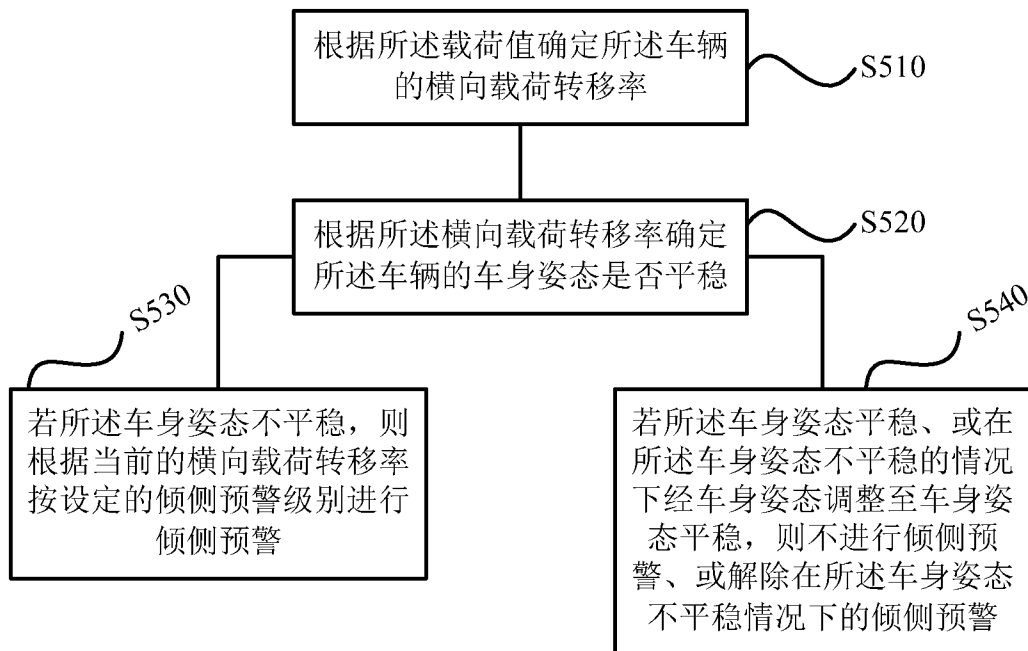


图 5

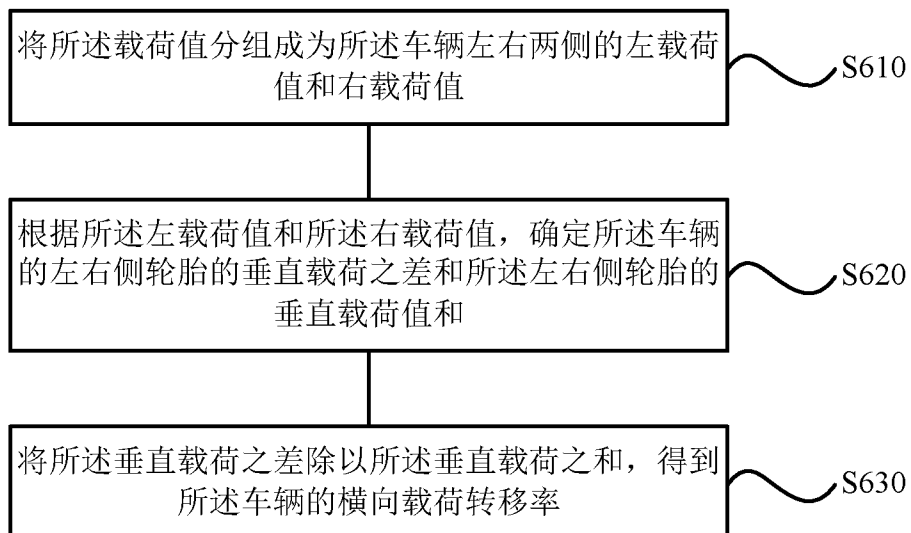


图 6

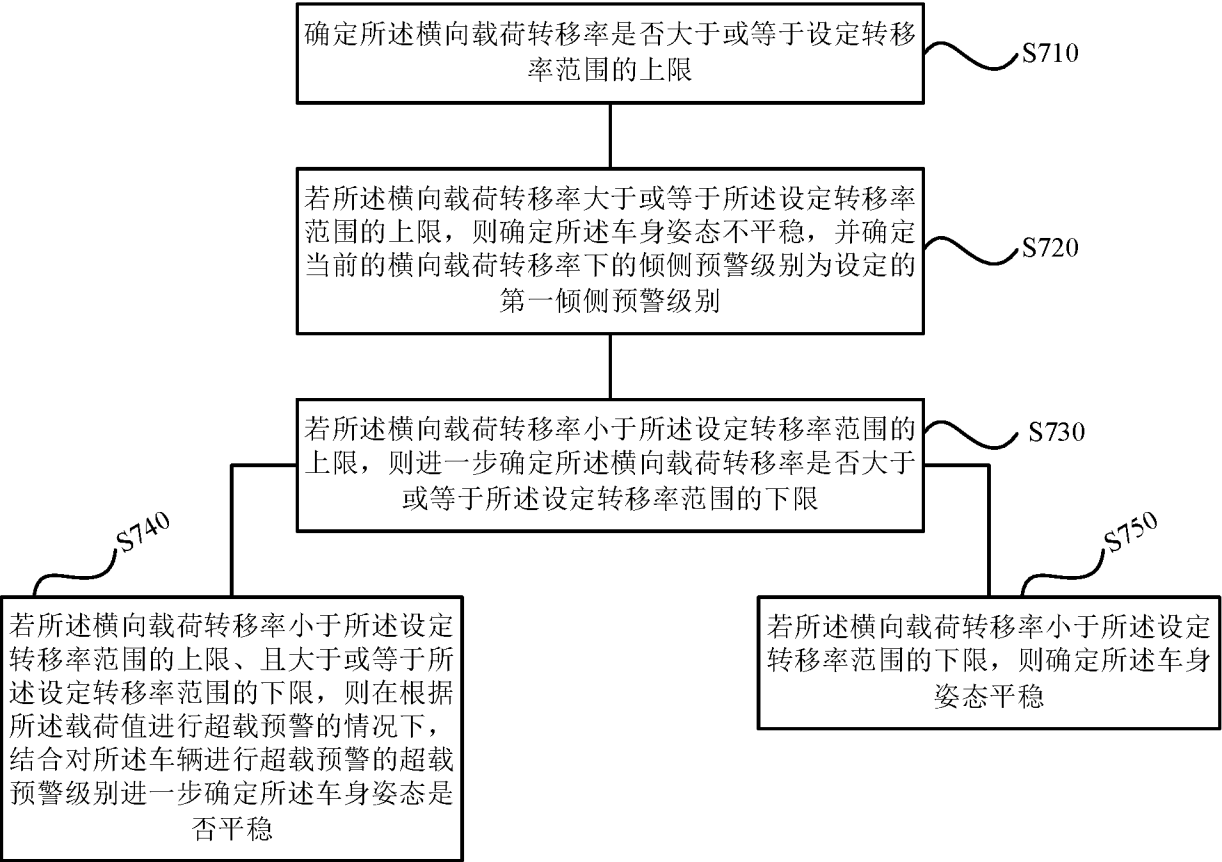


图 7

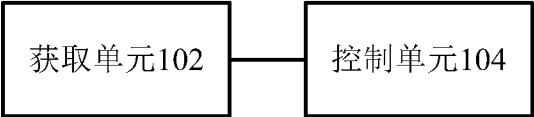


图 8

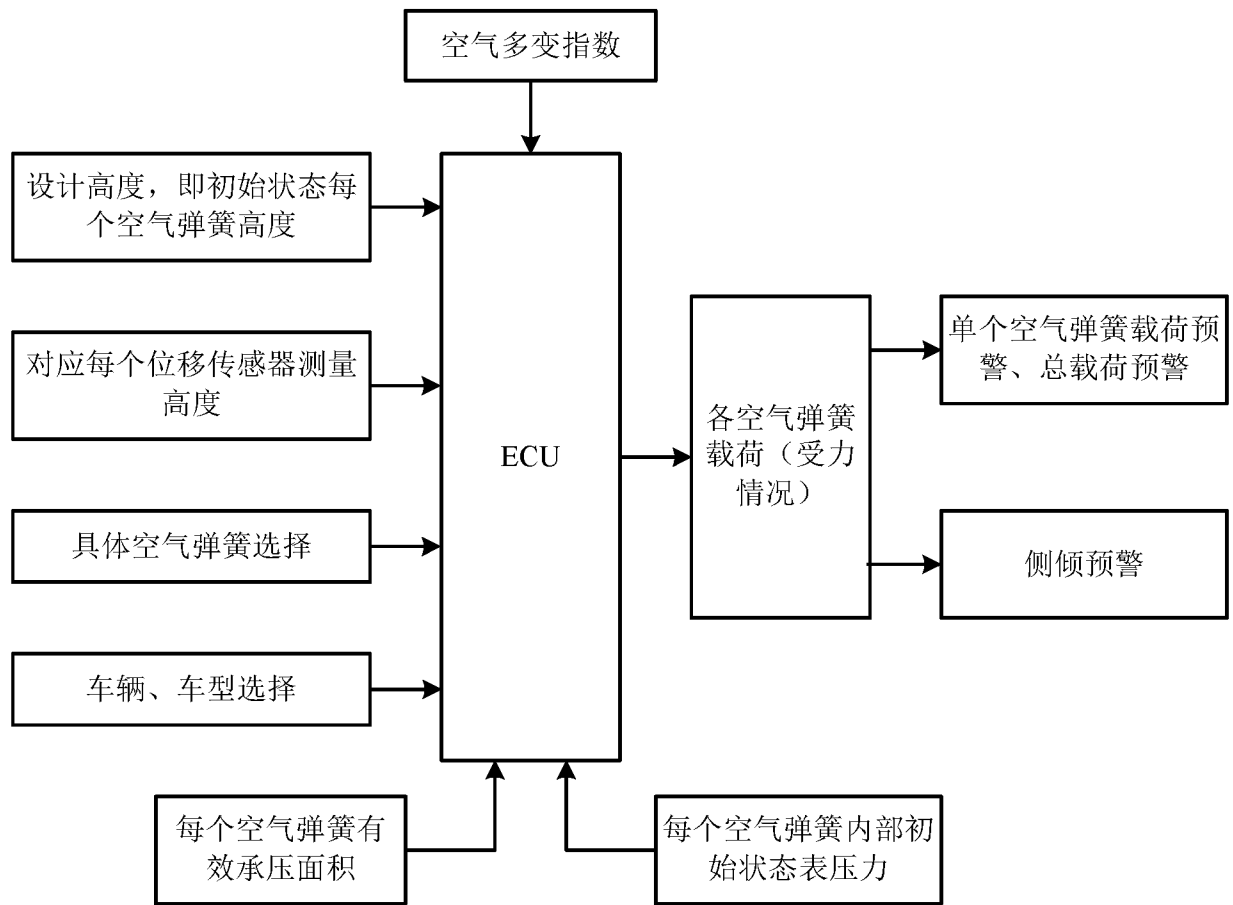


图 9

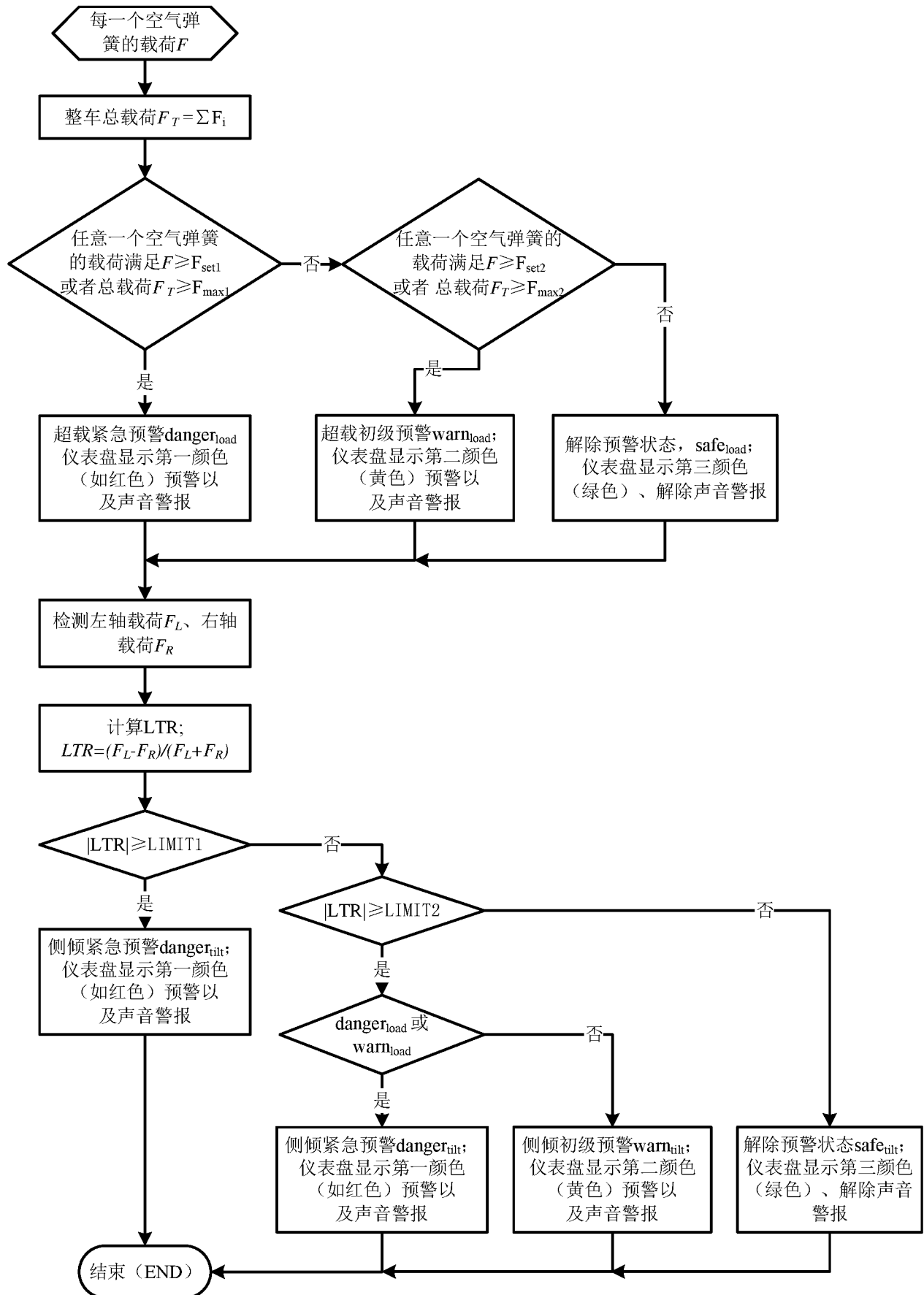


图 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/104638

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B60G 17/016(2006.01)i; B60G 17/019(2006.01)i; B60G 13/10(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B60G17/- B60G13/- B60G3/- B60G11/- B60R21/-

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI, EPODOC, CNKI, CNPAT: 侧翻, 侧倾, 倾覆, 翻转, 超载, 超重, 载重, 空气弹簧, 空气悬架, 悬架, 载荷, 负载, 位移, 高度, 传感器, 预警, 阈值, 载荷转移率, roll+, sensor, air, suspension, load, displacement, height, threshold

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 109305011 A (GREE ELECTRIC APPLIANCES, INC. OF ZHUHAI) 05 February 2019 (2019-02-05) claims 1-23	1-23
PX	CN 109591806 A (GREE ELECTRIC APPLIANCES, INC. OF ZHUHAI) 09 April 2019 (2019-04-09) description, paragraphs [0054]-[0088], and figures 1-12	1-23
Y	CN 204567441 U (ZHENGZHOU YUTONG BUS CO., LTD.) 19 August 2015 (2015-08-19) description, paragraphs [0020]-[0031], and figures 1 and 2	1-23
Y	CN 203410266 U (DONGFENG ELECTRONIC TECHNOLOGY CO., LTD.) 29 January 2014 (2014-01-29) description, paragraphs [0019]-[0030], and figure 1	1-23
A	CN 105599558 A (JIANGSU UNIVERSITY) 25 May 2016 (2016-05-25) entire document	1-23
A	CN 108099919 A (GREE ELECTRIC APPLIANCES INC. OF ZHUHAI) 01 June 2018 (2018-06-01) entire document	1-23



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“D” document cited by the applicant in the international application

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

11 November 2019

Date of mailing of the international search report

03 December 2019

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/104638

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 104476999 A (SHANDONG JIAOTONG UNIVERSITY) 01 April 2015 (2015-04-01) entire document	1-23
A	CN 107499271 A (ZHEJIANG VIE SCIENCE & TECHNOLOGY CO., LTD.) 22 December 2017 (2017-12-22) entire document	1-23
A	KR 20140028955 A (DAEWOO ELECTRONIC COMPONENTS CO., LTD.) 10 March 2014 (2014-03-10) entire document	1-23
A	US 5430647 A (FORD MOTOR CO.) 04 July 1995 (1995-07-04) entire document	1-23
A	王娜 (WANG, Na). "膜式空气弹簧弹性特性理论分析与实验研究 (Non-official translation: Theoretical Analysis and Experimental Research on Air Spring's Elastic Characteristics)" 现代科学仪器 (<i>Modern Scientific Instruments</i>), No. 6, 31 December 2013 (2013-12-31), ISSN: 1003-8892, p. 83	2, 12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2019/104638

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	109305011	A	05 February 2019	None			
CN	109591806	A	09 April 2019	None			
CN	204567441	U	19 August 2015	None			
CN	203410266	U	29 January 2014	None			
CN	105599558	A	25 May 2016	CN	105599558	B	27 February 2018
CN	108099919	A	01 June 2018	WO	2019091176	A1	16 May 2019
				CN	108099919	B	29 January 2019
CN	104476999	A	01 April 2015	CN	104476999	B	15 June 2016
CN	107499271	A	22 December 2017	None			
KR	20140028955	A	10 March 2014	None			
US	5430647	A	04 July 1995	None			

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/104638

A. 主题的分类 B60G 17/016(2006.01)i; B60G 17/019(2006.01)i; B60G 13/10(2006.01)i 按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类																										
B. 检索领域 检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号) B60G17/- B60G13/- B60G3/- B60G11/- B60R21/- 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用)) WPI, EPDOC, CNKI, CNPAT: 侧翻, 侧倾, 倾覆, 翻转, 超载, 超重, 载重, 空气弹簧, 空气悬架, 悬架, 载荷, 负载, 位移, 高度, 传感器, 预警, 阈值, 载荷转移率, roll+, sensor, air, suspension, load, displacement, height, threshold																										
C. 相关文件 <table border="1"> <thead> <tr> <th>类 型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PX</td> <td>CN 109305011 A (珠海格力电器股份有限公司) 2019年 2月 5日 (2019 - 02 - 05) 权利要求1-23</td> <td>1-23</td> </tr> <tr> <td>PX</td> <td>CN 109591806 A (珠海格力电器股份有限公司) 2019年 4月 9日 (2019 - 04 - 09) 说明书第[0054]-[0088], 图1-12</td> <td>1-23</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 204567441 U (郑州宇通客车股份有限公司) 2015年 8月 19日 (2015 - 08 - 19) 说明书第[0020]-[0031]段, 图1-2</td> <td>1-23</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 203410266 U (东风电子科技股份有限公司) 2014年 1月 29日 (2014 - 01 - 29) 说明书第[0019]-[0030]段, 图1</td> <td>1-23</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 105599558 A (江苏大学) 2016年 5月 25日 (2016 - 05 - 25) 全文</td> <td>1-23</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 108099919 A (珠海格力电器股份有限公司) 2018年 6月 1日 (2018 - 06 - 01) 全文</td> <td>1-23</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 104476999 A (山东交通学院) 2015年 4月 1日 (2015 - 04 - 01) 全文</td> <td>1-23</td> </tr> </tbody> </table>			类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	PX	CN 109305011 A (珠海格力电器股份有限公司) 2019年 2月 5日 (2019 - 02 - 05) 权利要求1-23	1-23	PX	CN 109591806 A (珠海格力电器股份有限公司) 2019年 4月 9日 (2019 - 04 - 09) 说明书第[0054]-[0088], 图1-12	1-23	Y	CN 204567441 U (郑州宇通客车股份有限公司) 2015年 8月 19日 (2015 - 08 - 19) 说明书第[0020]-[0031]段, 图1-2	1-23	Y	CN 203410266 U (东风电子科技股份有限公司) 2014年 1月 29日 (2014 - 01 - 29) 说明书第[0019]-[0030]段, 图1	1-23	A	CN 105599558 A (江苏大学) 2016年 5月 25日 (2016 - 05 - 25) 全文	1-23	A	CN 108099919 A (珠海格力电器股份有限公司) 2018年 6月 1日 (2018 - 06 - 01) 全文	1-23	A	CN 104476999 A (山东交通学院) 2015年 4月 1日 (2015 - 04 - 01) 全文	1-23
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																								
PX	CN 109305011 A (珠海格力电器股份有限公司) 2019年 2月 5日 (2019 - 02 - 05) 权利要求1-23	1-23																								
PX	CN 109591806 A (珠海格力电器股份有限公司) 2019年 4月 9日 (2019 - 04 - 09) 说明书第[0054]-[0088], 图1-12	1-23																								
Y	CN 204567441 U (郑州宇通客车股份有限公司) 2015年 8月 19日 (2015 - 08 - 19) 说明书第[0020]-[0031]段, 图1-2	1-23																								
Y	CN 203410266 U (东风电子科技股份有限公司) 2014年 1月 29日 (2014 - 01 - 29) 说明书第[0019]-[0030]段, 图1	1-23																								
A	CN 105599558 A (江苏大学) 2016年 5月 25日 (2016 - 05 - 25) 全文	1-23																								
A	CN 108099919 A (珠海格力电器股份有限公司) 2018年 6月 1日 (2018 - 06 - 01) 全文	1-23																								
A	CN 104476999 A (山东交通学院) 2015年 4月 1日 (2015 - 04 - 01) 全文	1-23																								
☒ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。																										
<table border="0"> <tr> <td> * 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 </td> <td> “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件 </td> </tr> </table>			* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件	“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件																						
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件	“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件																									
国际检索实际完成的日期 2019年 11月 11日		国际检索报告邮寄日期 2019年 12月 3日																								
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451		受权官员 王天华 电话号码 86-10-53961150																								

C. 相关文件		
类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
A	CN 107499271 A (浙江万安科技股份有限公司 等) 2017年 12月 22日 (2017 - 12 - 22) 全文	1-23
A	KR 20140028955 A (DAEWOO ELECTRONIC COMPONENTS CO., LTD.) 2014年 3月 10日 (2014 - 03 - 10) 全文	1-23
A	US 5430647 A (FORD MOTOR CO.) 1995年 7月 4日 (1995 - 07 - 04) 全文	1-23
A	王娜. “膜式空气弹簧弹性特性理论分析与实验研究” 现代科学仪器, 第6期, 2013年 12月 31日 (2013 - 12 - 31), ISSN: 1003-8892, 第83页	2、12

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/104638

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	109305011	A	2019年 2月 5日	无	
CN	109591806	A	2019年 4月 9日	无	
CN	204567441	U	2015年 8月 19日	无	
CN	203410266	U	2014年 1月 29日	无	
CN	105599558	A	2016年 5月 25日	CN 105599558	B 2018年 2月 27日
CN	108099919	A	2018年 6月 1日	WO 2019091176	A1 2019年 5月 16日
				CN 108099919	B 2019年 1月 29日
CN	104476999	A	2015年 4月 1日	CN 104476999	B 2016年 6月 15日
CN	107499271	A	2017年 12月 22日	无	
KR	20140028955	A	2014年 3月 10日	无	
US	5430647	A	1995年 7月 4日	无	

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2015年1月)