



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108426673 B

(45)授权公告日 2020.02.25

(21)申请号 201810353461.5

审查员 严文

(22)申请日 2018.04.19

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 108426673 A

(43)申请公布日 2018.08.21

(73)专利权人 燕山大学

地址 066004 河北省秦皇岛市海港区河北大街西段438号

(72)发明人 巩明德 张航

(74)专利代理机构 秦皇岛一诚知识产权事务所

(普通合伙) 13116

代理人 崔凤英

(51)Int.Cl.

G01M 1/12(2006.01)

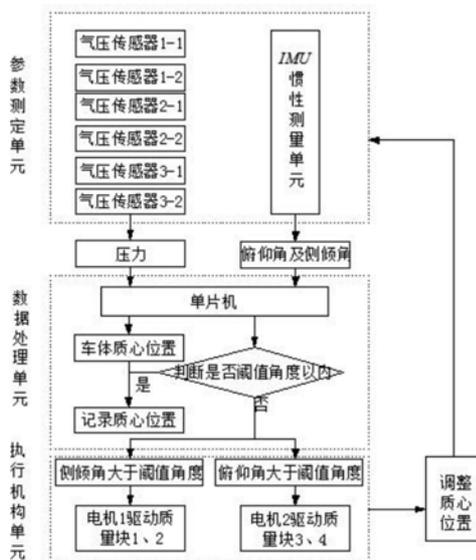
权利要求书2页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

一种应急救援车辆质心位置测量及调整方法

(57)摘要

本发明公开了一种应急救援车辆质心位置测量及调整方法,该方法的实现有赖于包括参数测定单元、数据处理单元和执行机构单元的测量系统;参数测定单元处布置气压传感器来测量车轮压力;数据处理单元包括单片机、外部通讯接口、A/D转换器和D/A转换器;参数测定单元中的传感器与数据处理单元连接;执行机构单元包括固定于车辆底盘上的十字型平板,其上布置有四个配重块由两台伺服电机控制,其分布满足平板配重块整体质心与车体初始质心重合;方法内容包括:确定整车质量,确定车体质心横、纵向位置和调整车体质心位置。本发明兼具对行驶中车辆质心位置的测量及调整功能,提高了应急救援车辆越野行驶的稳定性 and 安全性。



CN 108426673 B

1. 一种应急救援车辆质心位置测量及调整方法,其特征在于:该方法的实现有赖于包括参数测定单元、数据处理单元和执行机构单元的测量系统;

所述参数测定单元,采用在各个车轮上装有对应的空气弹簧,空气弹簧气囊中设有测量压力的气压传感器来测量压力;在车体静止质心位置处设置有IMU惯性测量单元,用于测量车体位姿数据,解算出行驶过程中车辆行驶姿态,并将其实时传输至所述数据处理单元;

所述数据处理单元包括单片机、外部通讯接口、A/D转换器和D/A转换器;所述参数测定单元中的传感器与所述数据处理单元连接;

所述车轮处各气压传感器,在车辆行驶中实时将压力信号传输至数据处理单元,根据车轮承载试验得出车轮气压与载荷对应关系,将压力信号转变为对应车轮承受载荷大小,进而可以得出整车质量以及不同车轮侧载荷分布;

所述执行机构单元包括十字型平板,安装固定于车辆底盘上;在所述十字型平板上布置有四个配重块,其分布满足平板配重块整体质心与车体初始质心重合;在所述十字型平板的中心处装有两台伺服电机,通过齿轮齿条机构与所述配重块连接,能分别带动两个直线方向上的配重块两两同步运动;所述伺服电机接收单片机处理运算后的控制信号,并执行控制命令;

所述方法具体内容包括如下步骤:

步骤1,确定整车质量

所述应急救援车为三桥车辆,当车辆启动时,所述测量系统开始工作;首先车轮处六个气压传感器分别就对应轮胎胎压进行测量,将六个气压传感器1-1、1-2、2-1、2-2、3-1、3-2所测得的胎压分别记作 $p_1$ 、 $p_2$ 、 $p_3$ 、 $p_4$ 、 $p_5$ 、 $p_6$ ,基于压力与载荷关系试验,得出六个轮胎载荷 $F_1$ 、 $F_2$ 、 $F_3$ 、 $F_4$ 、 $F_5$ 和 $F_6$ ,从而计算整车质量 $M$ 为:

$$M = (F_1 + F_2 + F_3 + F_4 + F_5 + F_6) / g;$$

步骤2,确定车体质心横、纵向位置

车辆行驶后,单片机接收到气压传感器信号后开始对其进行处理,并计算得出车体质心位置;

由六个气压传感器可分别得到车体左侧车轮与右侧车轮的承受载荷,左侧承载为 $F_1 + F_3 + F_5$ ,右侧承载为 $F_2 + F_4 + F_6$ ,已知车轮轮距为 $d$ ,根据车体自身力矩平衡原理,计算得到车体质心距离左侧车轮水平距离 $d_1$ 为:

$$d_1 = d (F_2 + F_4 + F_6) / Mg;$$

取车体中、后桥轴距中点为后轴计算轴心点,前后轴距为 $l$ ;前轴承载为 $F_1 + F_2$ ,后轴承载为 $F_3 + F_4 + F_5 + F_6$ ;根据车体力矩平衡原理,计算得到车体质心距离前轴水平距离 $l_1$ 为:

$$l_1 = l (Mg - F_1 - F_2) / Mg;$$

步骤3,调整车体质心位置

当检测到车体质心产生偏差后,数据处理单元开始发出信号对执行机构单元进行控制,调整质心位置;四个配重块由对应伺服电机驱动,在IMU惯性测量单元检测到车体存在俯仰或侧倾时,分别对两台伺服电机输入信号,控制伺服电机运转,使配重块沿指定方向动作,以此补偿车体质量分布不均,逐步调整车体质心恢复平稳移动轨迹;

调整动作结束的判别依据为俯仰角及侧倾角是否在阈值角度以内;当车辆在公路行驶时,质心侧偏转角度较小;当IMU惯性测量单元检测到车辆俯仰角及侧倾角小于阈值角度 $\theta_0$

时,停止质心位置调整。

## 一种应急救援车辆质心位置测量及调整方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于车辆行驶稳定性技术领域,具体涉及一种应急救援车辆质心位置测量及调整方法。

### 背景技术

[0002] 应急救援车辆因越野行驶和大量车载装备,行驶中如可及时调整车辆质心位置,既可改善车辆操纵稳定性和平顺性,又可提高乘车安全性及舒适性。因此,行驶中车辆质心位置的测量及调整,对提高车辆的机动性具有重大意义。

[0003] 对于车辆越野路面行驶过程中的质心测量问题,传统的静止车辆质心测量方案不再适用,参见文献《汽车质心位置确定方法与试验设备的选用》。其中质量反应法无法满足行驶中车辆对质心位置调节的要求,适用范围具有较大的局限性。

[0004] 应急救援车辆载重量大且行驶工况复杂,因此保持质心平稳是行驶安全的前提。目前针对汽车质心位置研究的一篇专利名为《一种汽车质心位置调整装置及其控制方法》(中国专利申请号为:201710831431.6),虽然可以较好地调节小型汽车质心位置,但是该方案针对重载工程车辆尤其是越野行驶的应急救援车辆,存在调整机构响应不及时,质心位置调节失效或滞后等问题。

[0005] 一篇专利名为《汽车质量及质心位置动态辨识系统》(中国专利申请号为201310544449.X),采用速度传感器以及气压传感器实时检测小型汽车在不同车体动作过程中各个物理量变化,并将检测数据传递到单片机中进行处理,进而运算出汽车质量及质心变化。该方法虽可快速计算出行驶汽车的质心位置,但缺少对质心位置调整的环节,因此,无法满足应急救援车辆越野行驶的实际需求。

### 发明内容

[0006] 本发明目的在于提供一种应急救援车辆质心位置测量及调整方法,该方法逼近简单易行而且有效可靠。

[0007] 为实现上述目的,本发明采取如下技术方案:

[0008] 一种应急救援车辆质心位置测量及调整方法,该方法的实现有赖于包括参数测定单元、数据处理单元和执行机构单元的测量系统;

[0009] 所述参数测定单元,根据中国专利申请号为201310544449.X的《汽车质量及质心位置动态辨识系统》记载的方法,采用在车轮处布置气压传感器来测量压力;在车体静止质心位置处设置有IMU惯性测量单元,用于测量车体位姿数据,解算出行驶过程中车辆行驶姿态,并将其实时传输至所述数据处理单元;

[0010] 所述数据处理单元包括单片机、外部通讯接口、A/D转换器和D/A转换器;所述参数测定单元中的传感器与所述数据处理单元连接;

[0011] 所述车轮处各气压传感器,在车辆行驶中实时将压力信号传输至数据处理单元,根据车轮承载试验得出车轮气压与载荷对应关系,将压力信号转变为对应车轮承受载荷大

小,进而可以得出整车质量以及不同车轮侧载荷分布;

[0012] 所述执行机构单元包括十字型平板,安装固定于车辆底盘上;在所述十字型平板上布置有四个配重块,其分布满足平板配重块整体质心与车体初始质心重合;在所述十字型平板的中心处装有两台伺服电机,通过齿轮齿条机构与所述配重块连接,能分别带动两个直线方向上的配重块两两同步运动;所述伺服电机接收单片机处理运算后的控制信号,并执行控制命令;

[0013] 所述方法具体内容包括如下步骤:

[0014] 步骤1,确定整车质量

[0015] 所述应急救援车为三桥车辆,当车辆启动时,所述测量系统开始工作;首先车轮处六个气压传感器分别就对应轮胎胎压进行测量,将六个气压传感器1-1、1-2、2-1、2-2、3-1、3-2所测得的胎压分别记作 $p_1$ 、 $p_2$ 、 $p_3$ 、 $p_4$ 、 $p_5$ 、 $p_6$ ,基于压力与载荷关系试验,得出六个轮胎载荷 $F_1$ 、 $F_2$ 、 $F_3$ 、 $F_4$ 、 $F_5$ 和 $F_6$ ,从而计算整车质量 $M$ 为:

[0016]  $M = (F_1 + F_2 + F_3 + F_4 + F_5 + F_6) / g$ ;

[0017] 步骤2,确定车体质心横、纵向位置

[0018] 车辆行驶后,单片机接收到气压传感器信号后开始对其进行处理,并计算得出车体质心位置;

[0019] 由六个气压传感器可分别得到车体左侧车轮与右侧车轮的承受载荷,左侧承载为 $F_1 + F_3 + F_5$ ,右侧承载为 $F_2 + F_4 + F_6$ ,已知车轮轮距为 $d$ ,根据车体自身力矩平衡原理,计算得到车体质心距离左侧车轮水平距离 $d_1$ 为:

[0020]  $d_1 = d (F_2 + F_4 + F_6) / Mg$ ;

[0021] 取车体中、后桥轴距中点为后轴计算轴心点,前后轴距为 $l$ ;前轴承载为 $F_1 + F_2$ ,后轴承载为 $F_3 + F_4 + F_5 + F_6$ ;根据车体力矩平衡原理,计算得到车体质心距离前轴水平距离 $l_1$ 为:

[0022]  $l_1 = l (Mg - F_1 - F_2) / Mg$ ;

[0023] 步骤3,调整车体质心位置

[0024] 当检测到车体质心产生偏差后,数据处理单元开始发出信号对执行机构单元进行控制,调整质心位置;四个配重块由对应伺服电机驱动,在IMU惯性测量单元检测到车体存在俯仰或侧倾时,分别对两台伺服电机输入信号,控制伺服电机运转,使配重块沿指定方向动作,以此补偿车体质量分布不均,逐步调整车体质心恢复平稳移动轨迹;

[0025] 调整动作结束的判别依据为俯仰角及侧倾角是否在阈值角度以内;当车辆在公路行驶时,质心侧偏转角度较小;当IMU惯性测量单元检测到车辆俯仰角及侧倾角小于阈值角度 $\theta_0$ 时,停止质心位置调整。

[0026] 与现有技术相比,本发明具有如下优点:

[0027] 1、本发明所述方法兼具对行驶中车体质心位置的测量及调整,保证应急救援车辆在越野路面行驶的稳定性。依据力矩平衡原理,测量车体质心位置;并通过执行机构单元对质心位置进行主动调整。对于保持车辆的安全性、平顺性及操纵稳定性具有重要作用。

[0028] 2、本发明所述执行机构单元具有调整响应迅速,执行机构动作快的特点。平板两端安置的配重块在调整动作过程中是两两同步运动的,两配重块同步向同一方向运动,保证了质心位置快速的调整。

[0029] 本发明所述方法兼具对行驶中车辆质心位置的测量及调整功能,提高了应急救援

车辆越野行驶的稳定性和安全性。

### 附图说明

- [0030] 图1为本发明所述测量及调整方案流程图；  
[0031] 图2为本发明质心位置测量单元示意图；  
[0032] 图3为本方法质心位置调整单元示意图；图4为车体后视结构示意图；  
[0033] 图5为车体左视结构示意图。

### 具体实施方式

- [0034] 下面结合附图对本发明做进一步说明：
- [0035] 本发明的一种应急救援车辆质心位置测量及调整方法，该方法的实现有赖于包括参数测定单元、数据处理单元和执行机构单元的测量系统；
- [0036] 如图1所示，所述方法具体内容包括如下步骤：
- [0037] 以三桥车辆为例，如图2所示，车轮处实施布置六个气压传感器，该气压传感器应预先进行压力载荷试验。即在车轮处同样安置测量载荷传感器，在不同载重下测量得出压力载荷变化关系。
- [0038] 车辆启动后，气压传感器及IMU惯性测量单元开始工作。如图2所示，气压传感器1-1、1-2、2-1、2-2、3-1、3-2测量得到对于车轮处压力数据，转换为承受载荷，由数据处理单元进行数据运算得到车体质心位置，具体运算过程如下：
- [0039] 首先，确定整车质量。所述测量方案是针对应急救援车辆提出，为三桥车辆。首先车轮处六个气压传感器分别就对应轮胎胎压进行测量，气压传感器1-1、1-2、2-1、2-2、3-1、3-2所测得胎压分别记作 $p_1$ 、 $p_2$ 、 $p_3$ 、 $p_4$ 、 $p_5$ 、 $p_6$ ，基于压力与载荷关系试验，可得出六个轮胎载荷 $F_1$ 、 $F_2$ 、 $F_3$ 、 $F_4$ 、 $F_5$ 、 $F_6$ ，从而计算整车质量 $M$ 为：
- [0040]  $M = (F_1 + F_2 + F_3 + F_4 + F_5 + F_6) / g$
- [0041] 进一步地，确定车体质心横、纵向位置。车辆行驶中，单片机接收到气压传感器信号后开始处理，计算得出车体质心位置。
- [0042] 如图4所示，由六个气压传感器可分别得到车体左侧车轮与右侧车轮承受载荷。左侧承载为 $F_1 + F_3 + F_5$ ，右侧承载为 $F_2 + F_4 + F_6$ ，已知车轮轮距为 $d$ ，根据车体自身力矩平衡原理，计算得到车体质心距离左侧车轮水平距离 $d_1$ 为：
- [0043]  $d_1 = d (F_2 + F_4 + F_6) / Mg$
- [0044] 如图5所示，取车体中、后桥轴距中点为后轴计算轴心点，前后轴距为 $l$ 。前轴承载为 $F_1 + F_2$ ，后轴承载为 $F_3 + F_4 + F_5 + F_6$ 。根据车体力矩平衡原理，计算得到车体质心距离前轴水平距离 $l_1$ 为：
- [0045]  $l_1 = l (Mg - F_1 - F_2) / Mg$
- [0046] 进一步地，调整车体质心位置。检测到车体质心产生偏差后，数据处理单元开始发出信号对执行机构单元进行控制，调整质心至车体静止质心位置。如图3所示，四个配重块由对应电机驱动，在IMU惯性测量单元检测到车体存在俯仰或侧倾时，分别对两台伺服电机输入信号，控制伺服电机运转，使配重块沿指定纵横方向动作，改变车体质心位置，逐步调整车体质心恢复平稳移动轨迹。

[0047] 具体地,车辆质心位置调整过程如下:当车辆在公路行驶时,质心侧偏转角度较小。当IMU惯性测量单元检测到车辆俯仰角及侧倾角小于阈值角度 $\theta_0$ 时,停止质心位置调整。以车辆有向左侧倾及向前俯倾姿态为例,当IMU检测到车体存在俯倾与左倾角度同时大于 $\theta_0$ 时,数据处理单元即发出动作指令至伺服电机处。电机1控制第一配重块1和第二配重块2同步向右侧动作,电机2控制第三配重块3和第四配重块4同步向后方动作。调整动作发生时,参数测定单元将检测的质心实时位置传递至数据处理单元;气压传感器将载荷参数变化传递给数据处理单元,再次对质心位置进行计算;IMU惯性测量单元将俯仰角及侧倾角参数传递至数据处理单元,判别俯仰角及侧倾角是否大于阈值角度。若检测到左倾角小于阈值角度,则单片机发出指令控制电机1停止运转,第一配重块1和第二配重块2保持当前位置不变;若检测到俯倾角仍大于阈值角度,则电机2仍持续运转,控制第三配重块3和第四配重块4继续运动。直到测量得到俯倾角小于阈值角度,质心位置调整过程完毕。

[0048] 以上所述的实施例仅仅是对本发明的优选实施方式进行了描述,并非对本发明的范围进行限定,在不脱离本发明设计精神的前提下,本领域普通技术人员对本发明的技术方案做出的各种变形和改进,均应落入本发明权利要求书确定的保护范围内。

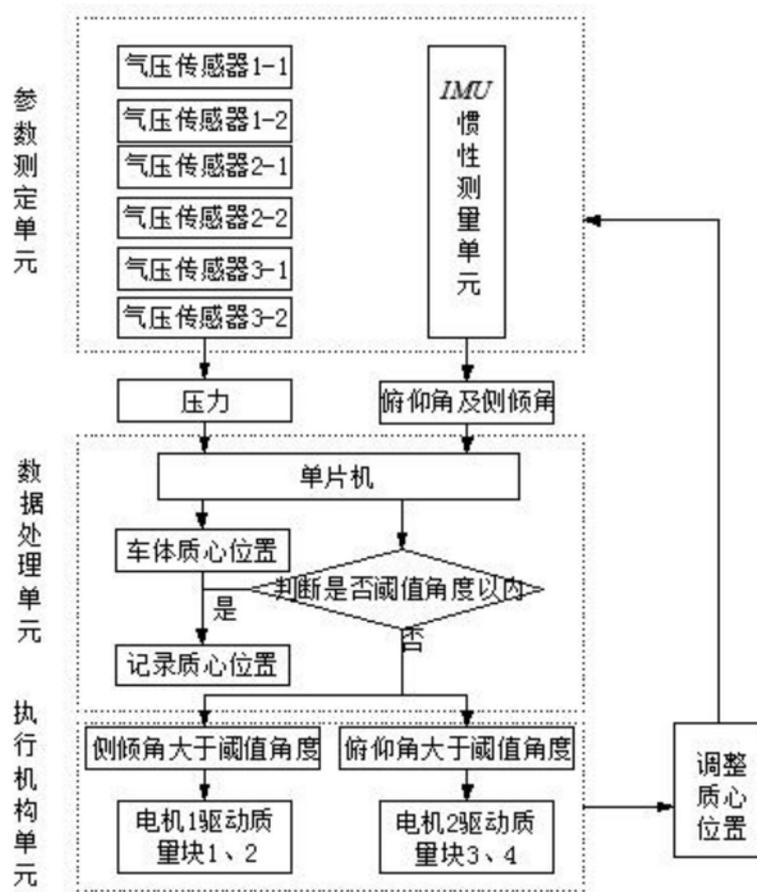


图1

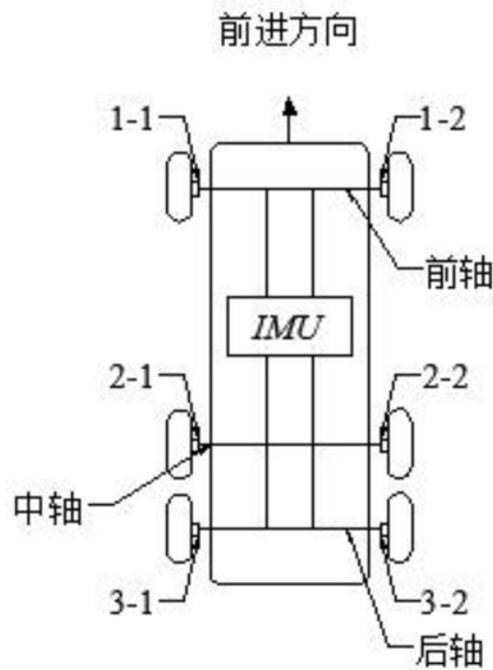


图2

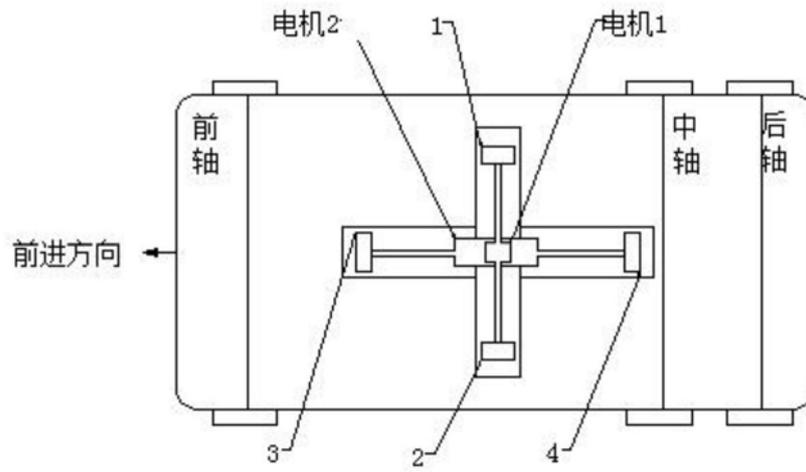


图3

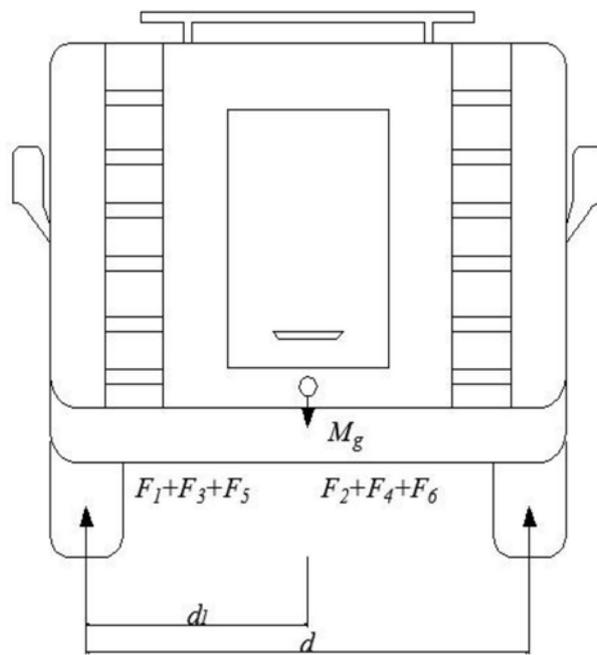


图4

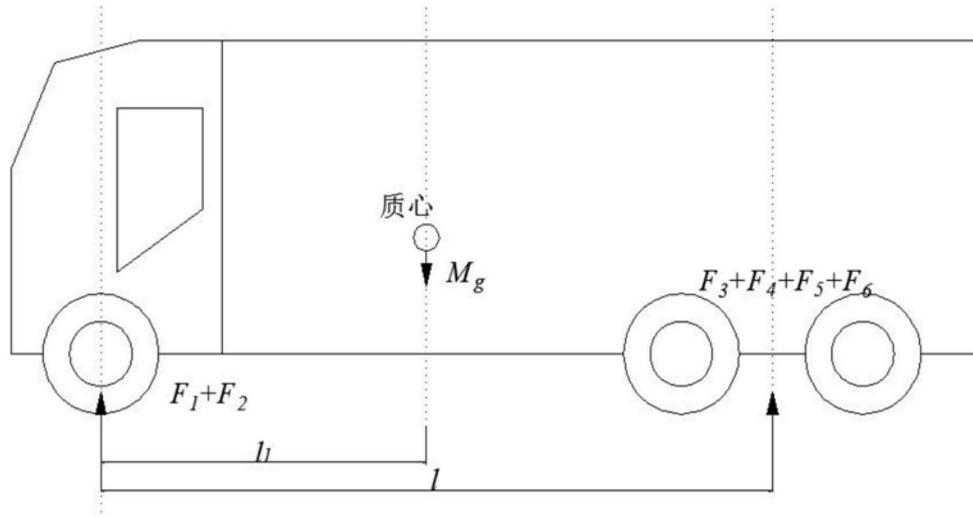


图5