

A flexible safety air-cushion which can be used in vehicles

Fang Qi, Huang Hong-wu, Ge Xiao-Hong, Zhou Shui-ting, Yuan Zhi-qun, Luo Ning

Department of Mechanical Engineering, Xiamen University of Technology, Xiamen 361024

Abstract: a flexible safety air-cushion used in vehicle, which is a rubber can be pumped, is fixed in the front and back of vehicle or between vehicle body and chassis. it extends from the front and back of vehicle when the vehicle moves normally, which can reduce the aerodynamic drag and increase the fuel economy. There is a buffer function from the safety air-cushion when front crash happens. With the pressure of the safety air-cushion increasing, the load of chassis or axle increases, the reaction force of tie is increased simultaneity. The increase of split-drag and brake force of ground makes the deceleration of braking increase, thus the vehicle can stop more quickly and the vehicle passive safety is strengthened. Sensors which can send signal to electrical system can be set in the safety air-cushion. The safety air-cushion can widely used in the buses and trucks.

Key words: vehicle safety; safety air-cushion; split-drag; brake force of ground; buffer

可自动伸缩的汽车充气保险垫

方道; 黄红武; 葛晓宏; 周水庭; 袁志群; 罗宁

(厦门理工学院, 福建厦门 361024)

摘要:一种可自动伸缩的汽车保险垫,其主体为可充气橡胶体,该充气保险垫装在汽车的前后端以及车身和底盘(或前后桥)之间。汽车正常行驶时,充气保险垫自动伸出车的前后端,能够有效的降低高速行驶时的气动阻力,提高燃油经济性;紧急情况下一旦与前方物体相撞,充气保险垫一方面起到缓冲作用;另一方面由于充气垫压力将增大,使底盘(或前后桥)载荷增加,轮胎的法向反作用力增大,于是汽车附着力增加、地面制动力增大,直接导致制动减速度增大,汽车更容易在短距离停车,提高了汽车的被动安全性。保险垫上还可装相应的传感器,向汽车电控系统提供信息。该保险垫特别适用于客车、卡车、公交车、货车等。

关键词: 汽车安全; 保险垫; 附着力; 地面制动力; 缓冲

1 引言

汽车前碰撞是指在汽车发生碰撞事故时,主要撞击力作用于汽车的前部,并在汽车中心轴线 30°范围以内^[1]。在碰撞事故数目中,前碰撞占 55-60%;且在导致严重损伤和死亡的事故中,前碰撞分别占了 70%和 50%^[2]。据我国相关数据统计,正面相撞事故占交通事故次数的 30%左右,发生正面碰撞时死亡人数占 31%左右^[3]。因此如何避免或减少车外的人在交通事故中丧生,是非常值得研究的课题;另一方面,车辆碰撞的过程中,车辆对地面的附着力或摩擦力如能够加大,就可使汽车更容易停止。基于这两方面的考虑,我们发明了一种可自动伸缩的汽车保险垫,其主体为可充气的橡胶体,该充气保险垫装在汽车的前后端以及车身和底盘(或前后桥)之间,汽车正常行驶时,充气保险垫自动伸出车的前后端。本发明的目的在于提供一种用于车辆及行人保护的自动伸缩的汽车充气保险垫。

2 基本原理

如图 1 和 2,这种可自动伸缩的汽车保险垫(以客车为例来进行说明)主要包括前碰撞传感器、前气囊、前气囊弹簧、前气囊进气阀、汽车前桥、前气柱、下气囊、前气囊排气阀、汽车后桥、后气柱、电控单元、车速传感器、气压传感器和气压泵。前碰撞气囊设于汽车前端,下气囊设于汽车的车身与底盘之间(车身与汽车前桥和汽车后桥之间),前气囊与下气囊连通,下气囊上设有气囊进气阀和气囊排气阀;电控单元的输入端分别接车速传感器和气压传感器,电控单元的输出端分别接气泵、气囊进气阀和气囊排气阀。电控单元可采用现有的控制电路,控制电路由输入电路、放大处理电路和输出控制电路组成,输入电路输入端分别接车速传感器信号输出端和气压传感器信号输出端,放大电路输入端接输入电路输出端,车速传感器的输出信号和气压传感器的输出信号经放大处理电路放大处理后由输出控制电路直接控制气泵、气囊进气阀和气囊排气阀。输出控制电路可采用电磁继电器控制电路。

设在前气囊上的弹簧用于汽车的车速小于某一数值(例如小于 5km/h)或停车后迅速缩回前气囊。

设在前气囊前端的碰撞传感器用于检测汽车是否发生碰撞以及发生碰撞的程度,碰撞传感器外接汽车的电控系统,如汽车发生碰撞,即将汽车发生碰撞的信息传给汽车的电控系统(发动机及刹车系统等)。

所述气囊还设有前气柱和后气柱,前气柱设于汽车前桥处,后气柱设于汽车后桥处,前气柱和后气柱与下气囊连通,下气囊可做成管状。所述的前气囊、下气囊、前气柱和后气柱,均采用可充气橡胶气囊或橡塑气囊。

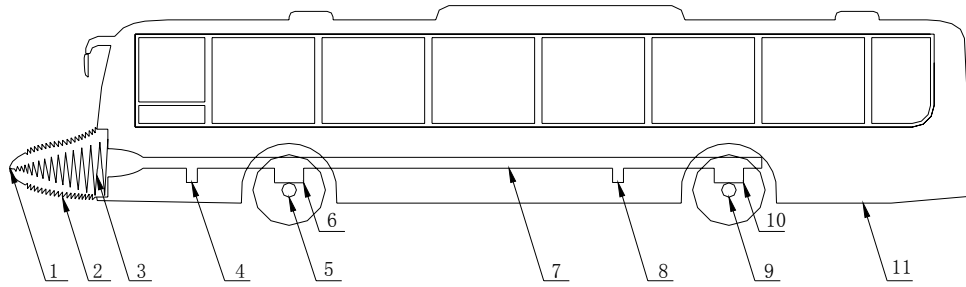


图1 汽车充气保险垫结构简图(前气囊)
1-前碰撞传感器; 2-前气囊; 3-前气囊弹簧; 4-前气囊进气阀; 5-前桥; 6-前气柱; 7-下气囊
8-前气囊排气阀; 9-后桥 10-后气柱; 11-汽车

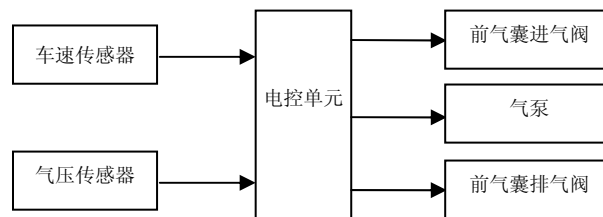


图2 汽车充气保险垫控制原理

2.1 汽车正碰以及尾随碰撞情况

当车辆起步行驶时(如速度大 5 Km/h),电控单元接收来自车辆本身的车速传感器的信号,当车速超过设定值(如 5 Km/h)时,电控单元控制车辆自带的气泵(如原车没有配带气泵,须新装一个)向前气囊和下气囊充气,使前气囊自动伸出车辆的前端约 1~2m,前气囊和下气囊内的气压值可通过气压传感器传给电控单元,当气压达到设定值时,电控单元控制气泵停止充气。气囊形状经过了空气动力学的优化,能降低高速行驶的气动阻力,提高汽车燃油经济性^[4]。紧急情况下一旦车辆与前方物体相撞,前气囊一方面起到缓冲作用,另一方面装在车身与底盘之间的下气囊(含前气柱和后气柱)压力将增大,使底盘(或前后桥)载荷增加,轮胎的法向反作用力增大,于是汽车附着力增加、地面制动力增大,直接导致制动减速度增大,汽车更容易在短距离停车,提高了汽车的被动安全性;当车辆停车后,电控单元可以自动控制前气囊和下气囊的排气阀向外排气,同时组装于前气囊前端和车身之间的弹簧,将前气囊前部缩回。

2.2 汽车正面撞人情况

如图 3 所示,当汽车的前端撞人时,充气保险垫一方面起到缓冲乃至避免发生严重事故的作用,同时保险垫上的传感器,向汽车电控系统(发动机及刹车系统等)提供信息,促使汽车熄火、刹车,避免象“酒醉驾车撞人驾驶员却没有感觉而没有刹车”这种现象的发生。

2.3 汽车后端被迫追尾碰撞情况

如图 3 所示,本发明还在车辆后部设有后气囊,后气囊进气阀和后气囊排气阀与电控单元输出端连接,后气囊进气阀与气泵连接。在后气囊上设有后部弹簧,用于汽车车速小于某一数值或车辆停车后缩回后气囊。在后气囊上还设有后碰撞传感器,后碰撞传感器同样用于检测汽车是否发生碰撞以及发生碰撞的程度,后碰撞传感器外接汽车的电控系统,如汽车发生碰撞,即将汽车发生碰撞的信息传给电控系统。

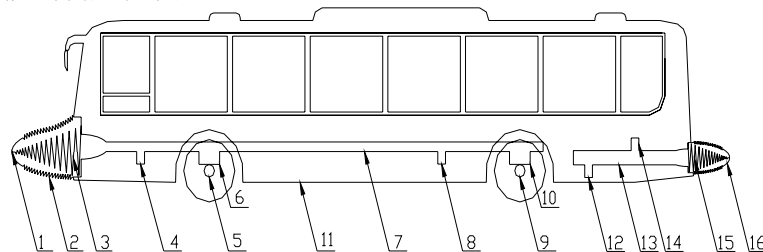


图3 汽车充气保险垫结构简图(后气囊)
12-后气囊排气阀; 13-后气囊; 14-后气囊进气阀; 15-后气囊弹簧; 16-后碰撞传感器

3 分析计算

汽车制动时,只靠路车轮的运动为滚动与抱死拖滑两种情况,分别对充气保险垫安装前后汽车制动效能(制动距离、制

动减速度)进行分析。

3.1 没装充气保险垫的汽车制动效能分析^[5]

汽车制动时,当制动踏板力较小时,制动器摩擦力矩不大,地面与轮胎之间的摩擦力即地面制动力,足以克服制动器摩擦力矩而使车轮保持纯滚动,车轮滚动时的地面制动力就等于制动器制动力,随着制动踏板力增长而成正比地增长,如图4所示。

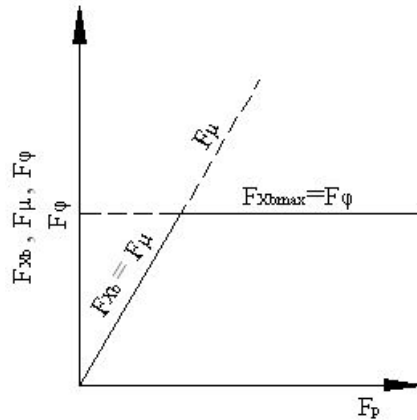


图4 制动过程地面制动力、制动器制动力以及附着力的关系

但地面制动力是滑动摩擦的约束反力,它的值不能超过附着力,有如下关系成立:

$$F_{xb} \leq F_{\phi} = F_z \varphi \quad (1)$$

当制动器踏板力上升到某一值时,地面制动力达到附着力时,车轮即抱死不转而出现拖滑现象,但制动器制动力由于制动器摩擦力矩的增长而仍然按直线关系继续上升,但是若作用在车轮上的法向载荷为常数,地面制动力达到附着力后就不再增加,最大地面制动力如下。

$$F_{xb\max} = \varphi_b G \quad (2)$$

其中 φ_b 为制动力系数, G 为汽车重量,前后轮纯滚动时,汽车能达到的减速度为:

$$a_{b\max} = \varphi_b g \quad (3)$$

前后轮同时抱死,则减速度如4式所示,其中 φ_s 为滑动附着系数

$$a_{b\max} = \varphi_s g \quad (4)$$

制动距离如式(5),其中 $\tau_2 = \tau_2' + \tau_2''$ 为制动器起作用的时间, u_0 为起始制动车速

$$s = (\tau_2' + \frac{1}{2} \tau_2'') u_0 + \frac{u_0^2}{2a_{b\max}} - \frac{a_{b\max} \tau_2''^2}{24} \quad (5)$$

因为 τ_2'' 很小,故(5)式中第三项可以忽略不计车速的,且车速单位为 km/h,则制动距离的公式可用(6)式表示[单位(m)]:

$$s = \frac{1}{3.6} (\tau_2' + \frac{1}{2} \tau_2'') u_0 + \frac{u_0^2}{25.92 a_{b\max}} \quad (6)$$

由(6)式可以直观的了解决定汽车制动性能的主要因素是:制动器起作用的时间、最大制动减速度即附着力以及起始制动车速。附着力越大、起始制动车速越低,制动距离越短,制动效能越好。

3.2 装有充气保险垫的汽车制动效能分析

假设气囊内是理想气体,其内能仅与温度有关,用克分子描述的理想气体定律为^[6]:

$$pV = nRT \quad (7)$$

式中, P 为压力, V 为给定体积, n 为用克分子表示的气体量, T 为气体的绝对温度, R 为气体常数。

汽车在碰撞过程中,可以看作温度 T 没有变化,因此 PV 可当作是常数,碰撞时,假设前气囊的体积减少了 V_1 ,则 $PV = (P+P_1)(V-V_1)$,由于气囊内的气压增大了 P_1 ,气囊与气柱是连通的,因此气柱内的气压也增大了(接近于 P_1)。

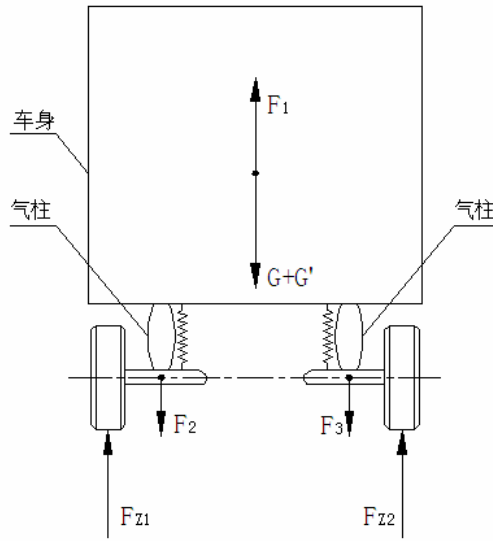


图5 充气保险垫引起的汽车受力图

碰撞过程气囊内的压力增大直接导致下气囊对车身施加向上的力 F_1 ,四个传力柱对车轴或底盘施加向下的力 F_2 和 F_3 (如图5所示)。忽略碰撞过程空气的加速响应,该状态下汽车法向受力方程如(8)式。其中 G' 为气囊重量, m' 为簧上质量, a 为车身向上运动的加速度, F_{z1} , F_{z2} 为地面对左右轮胎的法向反作用力。

$$G + G' + F_2 + F_3 + m'a - F_1 - F_z' = 0$$

$$F_z' = F_{z1} + F_{z2} \quad (8)$$

该状态下前气囊受力方程如(9)式:

$$F_2 + F_3 = F_1 \quad (9)$$

结合(8)、(9)得出该状态下地面法向载荷为:

$$F_z' = G + G' + m'a \quad (10)$$

该状态下汽车的最大地面制动力如(11)式:

$$F_{xb\max}' = \varphi_b (G + G' + m'a) \quad (11)$$

前后轮纯滚动时,汽车能达到的制动减速度如(12)式,其中 m 为汽车和气囊质量:

$$a_{b\max}' = \varphi_b g + \varphi_b m'a / m \quad (12)$$

当前后轮同时抱死,则减速度如(13)式所示。

$$a_{b\max}' = \varphi_s g + \varphi_s m'a / m \quad (13)$$

因此 $a_{b\max}' > a_{b\max}$,结合(6)式可直观了解到,装有充气保险垫的汽车制动减速度将增大,所以制动距离缩短,提高了汽车的制动效能。

4 结论

- (1)该发明所述前气囊、后气囊的外轮廓是流线形的,可以有效降低汽车高速行驶中的气动阻力,提高燃油经济性;
- (2)当汽车与行人发生碰撞时,该发明能够有效降低对行人的损伤程度;
- (3)当汽车发生正碰或者尾随碰撞时,该发明能够缩短制动距离,提高汽车制动效能,同时能够适当减轻对乘客的伤害;
- (4)当汽车发生后端被追尾碰撞时,该发明能够吸收部分能量,减轻碰撞损失以及能适当减轻对乘客的损伤;
- (5)前气囊、后气囊的左右两侧均可做成圆弧型,汽车转弯时,不会增加转弯半径;
- (6)本发明特别适用于客车、公交车、救护车、卡车、货车等各种车辆。

参考文献

- [1] Klaus L.H., Thomas,Muller C.B. Experience with airbag-equipped cars in real-life accidents in Germany.1996.Melbourne,Australia.National Highway Traffic Safety Administration,Washington, DC., USA.

- [2] J-Y. Foret-Bruno,X.Trosseille,and J-y.Le Coz.Thoracic Injury Risk in Frontal Car Crashes with Occupant Restrained with Belt Load Limiter.SAE Paper 983166.
- [3] 路平, 吴义虎.中国道路交通事故特点分析.湖南大学学报,2001,28(3).
- [4] 谷正气.汽车空气动力学[M].北京:人民交通出版社,2005:174-179.
- [5] 余志生.汽车理论[M].北京: 机械工业出版社,2007: 89-99.
- [6] 孙文策编著.工程流体力学[M].大连理工出版社.1995,12.