

# 扭力梁式后悬架对不足转向性的影响分析

曾迺立,赵 宁,张晶峰,王国进,房拴虎,郭 昕

(东风汽车股份有限公司 研发院,武汉 430057)

**摘要:**根据汽车操纵稳定性理论和悬架侧倾受力分析,较系统地阐述了扭力梁式后悬架对整车不足转向性的影响和改善措施。通过对前束和轴转向的控制,使后轴车轮侧偏角背离整车离心力方向,以提高整车的不足转向性。

**关键词:**汽车;悬架;扭力梁;不足转向性

中图分类号:U463.33

文献标志码:A

文章编号:1005-2550(2009)04-0034-03

## Analysis of Torsion Beam Rear Suspension Effecting on Understeer

ZENG Jiong-li, ZHAO Ning, ZHANG Jing-feng, WANG Guo-jin, FANG Shuan-hu, GUO Xin

(Research & Development Institute, Dongfeng Automobile Co. Ltd., Wuhan 430057, China)

**Abstract:** According to theory of automotive controll ability & stability and analysis of suspension roll in force, torsion beam rear suspension effecting on understeer and improving measure were expatiated by some numbers. By control of toe-in and axle-steer, understeer was enhanced by rear slip angles obtained, lapsing from direction of acentric force.

**Key words:** automotive; suspension; torsion beam; understeer

在非独立后悬架系列中, 目前没有发现比扭力梁式后悬架性能更优秀的悬架<sup>[1]</sup>。雪铁龙、大众和日本的不少轿车的后悬架采用这种结构。它不仅成本低, 而且能通过前束控制, 使整车获得良好平顺性的同时, 操纵性能也有所改善<sup>[1,2]</sup>。关于扭力梁式后悬架对整车不足转向性的影响, 很少有文献系统阐述。本文较系统地阐述了扭力梁式后悬架对整车不足转向性的影响和改善措施。

### 1 整车不足转向性对后悬架的要求

如果整车的前、后轴(车轮)侧偏角之差为正( $\alpha_1 - \alpha_2 > 0$ )或静态裕度为正或转向半径比值大于1( $R/R_0 > 1$ ), 则整车具有不足转向性<sup>[3-5]</sup>。单就后悬架设计来说, 增强整车的不足转向性应至少要求以下几点:

(1) 后轴车轮的侧偏刚度绝对值大于前轴车轮的侧偏刚度绝对值<sup>[3-5]</sup>;

(2) 后悬架的侧倾角刚度小于前悬架的侧倾角刚度<sup>[3,5]</sup>;

(3) 由于轴转向和前束变化等效于车轮侧偏<sup>[3,4]</sup>, 在侧向力或干扰力作用下, 后轴的轴转向和后轴车轮的前束变化所引起的车轮侧偏角应背离离心

力方向(即负的侧偏角)。

### 2 扭力梁式后悬架的轴转向分析

图1是扭力梁式后悬架在侧向力 $F_y$ 作用下(图中描述的是车辆右转弯或左向横向风引起的车轮抵抗力)的受力分析。若不计衬套等的变形能和摩擦等引起的能量损失, 则根据外力做功与衬套变形能相等, 可得:

$$F_y x = \left( \frac{1}{2} K_x y \delta \right) y \quad (1)$$

式中,  $K_x$  为衬套在  $x$  方向上的刚度;  $\delta$  为轴转向角。

由式(1)得单位侧向力下的后轴轴转向角(轴转向柔度<sup>[2]</sup>):

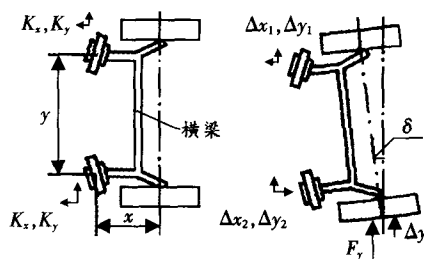


图1 受侧向力时扭力梁的轴转向分析

$$\frac{\delta}{F_y} = \frac{2x}{K_x y^2} \quad (2)$$

收稿日期:2009-04-07

可见,扭力梁式后悬架受侧向力时,后轮侧偏角顺同离心力方向(离心力方向与 $F_y$ 方向相反),致使转弯半径变小,削弱了整车的不足转向性。

当然可以采取的措施,如前束控制杆等,以减少这种不利的轴转向或改变轴转向的方向。

### 3 扭力梁式悬架较大的侧倾角刚度

车辆侧倾时,前、后悬架的侧倾角刚度哪个大,哪个悬架上的载荷转移就越大<sup>[3,5]</sup>。故文献<sup>[3,5]</sup>指出:前悬架的侧倾角刚度应大于后悬架的侧倾角刚度,使前轮获得的侧偏角比后轮大,以提高整车的不足转向性。

可是扭力梁悬架本身是个很大的横向稳定杆;加之要求前悬架偏频往往小于后悬架偏频<sup>[4,5]</sup>,使得后悬架的侧倾角刚度远远大于前悬架的侧倾角刚度。

从这个意义说,扭力梁悬架作为后悬架,其较大的侧倾角刚度削弱了整车的不足转向性。因而,不少扭力梁在满足强度的情况下,在横梁(图1所示)中不安装扭杆,以削弱扭力梁式后悬架“较大的侧倾角刚度”。

### 4 扭力梁式悬架的改善措施

前文分析,扭力梁式后悬架(具体说,应是一般结构的扭力梁式后悬架)存在着不利于整车不足转向性的轴转向。但可以采取措施,以减少这种不利的轴转向或改变轴转向的方向。

从式(2)看,减小尺寸 $x$ ,同时增大尺寸 $y$ 和衬套在纵向( $x$ 方向)上的刚度 $K_x$ ,可以减小轴转向柔度。

尺寸 $x$ 为线性关系,非敏感尺寸,在满足车轮跳动行程时越小越好,如标致某轿车后悬架的尺寸 $x$ 值约400 mm;尺寸 $y$ 为式(2)分母的平方项,是敏感尺寸,通常把纵臂做成弯曲的,以增大尺寸 $y$ 。

但对刚度 $K_x$ 来说,不希望增大其值。因为较大的 $K_x$ 不利于乘坐舒适性和路噪抑制(riding comfort and road noise performance)<sup>[1,2]</sup>。因而,在给定 $x$ 值和 $y$ 值的情况下,要适当减小 $K_x$ ,用前束控制等措施予以对应。

#### 4.1 带前束控制的扭力梁

图2是丰田公司开发的带有前束控制杆的扭力梁。左、右前束控制杆的衬套1和衬套3中心连线的延长线交于 $O$ 点, $O$ 点在车轮轴线的后面。当侧向

力 $F_y$ 作用在车轮上时,整个扭力梁绕瞬时中心 $O$ 转动,后轴的轴转向引起的车轮侧偏背离心力的方向,增强了整车的不足转向性。这种结构比较复杂,成本高<sup>[1]</sup>。

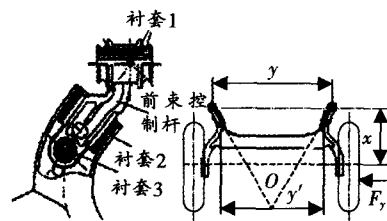


图2 带前束控制杆的扭力梁

另外,不用前束控制杆,但如果将一般扭力梁衬套(如图3a)改变一下姿态(如图3b),则也能对前束随车轮跳动的变化进行控制。

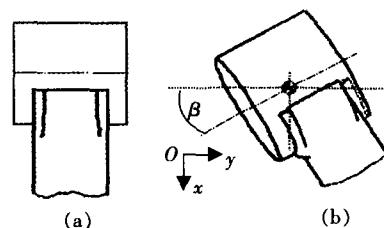


图3 扭力梁安装衬套姿态的影响

图3b是将图3a中的扭力梁左侧衬套安装套管,先绕整车坐标的 $x$ 轴旋转 $-\alpha$ (图中未画出),然后再绕 $z$ 轴旋转 $\beta$ 。这种结构在悬架上跳时,前束增大;在悬架下跳时,前束减小(朝负前束变化),如图4所示。在车辆转弯时,离心力引起的载荷转移,使外侧车轮上跳(或悬架压缩),内侧车轮下跳。这样,后轴车轮侧偏背离心力方向,增强了整车的不足转向性。福特某轿车后悬架的扭力梁,其 $\alpha=0, \beta \approx 25^\circ$ <sup>[2]</sup>;雪铁龙系列轿车所采用的扭力梁其 $\alpha \neq 0$ 。

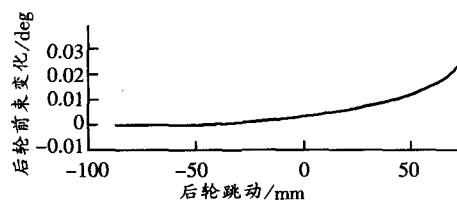


图4 国内某车扭力梁后悬架的前束在车轮平跳时的变化

#### 4.2 扭力梁的安装布置

如果扭力梁与车身的安装点 $Q$ 的 $z$ 坐标小于车轮中心 $P$ 的 $z$ 坐标(如图5所示,令轮心 $P$ 和安装点 $Q$ 的连线与水平面夹角为 $\theta$ ,图示的 $\theta$ 为正值),则当车辆转弯时,外侧车轮上跳,轮心的 $x$ 坐标减小(即车轮前移),内侧车轮下跳,轮心 $x$ 坐标增大或变

# 一种改进的约束阻尼梁振动解析模型

曲小飞

(上海汽车集团股份有限公司 技术中心, 上海 201804)

**摘要:**在目前已有的模型基础上提出一种改进的约束阻尼的梁振动解析模型。目前主要的约束阻尼解析模型都是假设阻尼层的剪切变形为唯一的阻尼来源,但是其他的变型,包括阻尼层以及约束层的纵向和横向的拉伸压缩也都是阻尼的重要来源。因此,将所有可能的阻尼变形包括剪切、拉伸和压缩集成到一个解析模型里面。这个改进的解析模型可以用来计算多层阻尼结构的自然频率和损耗因子。数值分析验证了此解析模型可以准确地预测结构的动态特性,所以此模型可以被广泛地采用在多层约束阻尼结构预测和设计等实际运用上。

**关键词:**阻尼; 振动; 模型

中图分类号: U463.326

文献标志码: A

文章编号: 1005-2550(2009)04-0036-04

## An Enhanced Analytical Model for Constrained Layer Damping

QU Xiao-fei

(SAIC Motor Technical Center, Shanghai 201804, China)

**Abstract:** This work proposed an enhanced analytical model for the constrained layer damping based current existing models. At present, the prevailing models assume that there is only shear deformation in the core layer, but actually other type of deformations such as longitudinal and transverse deformation can be the source of damping as well. So, this work proposed a model to include all possible damping sources, and integrate them in one model. This model can be used to predict the natural frequencies and loss factors of constrained layer damping structures. Numerical examples shows that this model is validated thus it can be employed in the practical application.

**Key words:** damping; vibration; model

约束阻尼是一种有效的降低振动的方法,并且经常使用在梁或者板结构上。约束阻尼在汽车行业

中得到了广泛的应用,比如仪表板、车身都使用了约束阻尼结构来减少振动。在这种结构中,阻尼层由于振动中两个表面层的相对位移而产生变型,这种变形将产生结构阻尼。通过选择不同的材料,约束阻尼

收稿日期: 2008-12-31

化很小(当 $\theta$ 为负,且绝对值很小,譬如 $-5^\circ$ ),后轴形成轻微的、有利于不足转向的轴转向。

着削弱整车不足转向性的轴转向。但可通过前束控制等措施,以减少这种不利的轴转向或改变轴转向的方向。

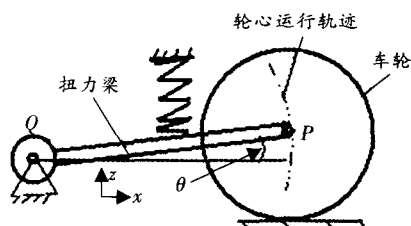


图5 扭力梁的安装布置

## 5 结论

扭力梁式后悬架不仅具有较大的侧倾角刚度,不利于整车的不足转向性,而且其一般结构也存在

## 参考文献:

- [1] Hiroyuki Shimatani, Satoshi Murata, Kei Watanabe. Development of Torsion Beam Rear Suspension with Toe Control Links[J]. SAE 1999-01-0045.
- [2] David C Ewbank, David Allton. Torsion Beam Rear Suspension With Toe-Controlled Compliant Hubs [J]. SAE 2001-01-0094.
- [3] 余志生. 汽车理论[M]. 北京: 机械工业出版社, 1996.
- [4] Dave Crolla, 喻凡. 车辆动力学及其控制[M]. 北京: 人民交通出版社, 2004.
- [5] 张洪欣. 汽车设计[M]. 北京: 机械工业出版社, 1989.