

# 富康轿车随动悬架中 横向稳定杆的设计分析

牟向东

(湖北汽车工业学院 汽车工程系 湖北 十堰 442002)

摘要:对富康轿车随动悬架结构中横向稳定杆的设计进行了分析,讨论了横向稳定杆结构对于富康轿车行驶稳定性的影响。

关键词 轿车随动悬架 横向稳定杆 行驶稳定性

中图分类号 U46 文献标识码 A 文章编号 1005-2550(2002)03-0021-02

## Design analysis of stabilizer bar on compliance suspension in Citroën - ZX car

Mu Xiangdong

(Dept. of Automobile Engineering, Hubei Automotive Industries Institute, Shiyan 442002, China)

**Abstract:** The design of stabilizer bar on compliance suspension of Citroën-ZX car is analyzed. Its effect on car's handling stability is discussed.

**Key words:** car compliance suspension; stabilizer bar; handling stability

为改善汽车行驶平顺性,在一般道路上行驶时,希望汽车有低刚度的悬架性能,保证其良好的乘坐舒适性和行驶稳定性;当载荷变化时,则要求悬架的刚度变化较小,从而降低汽车整车的固有振动频率。但是,如果汽车悬架的垂直刚度值设计得较低,会使得汽车的侧倾角刚度值也较低,其结果是,当汽车转弯时产生很大的车身侧倾角,影响行驶稳定性。为克服这一缺点,常在悬架中采用横向稳定杆提高悬架的侧倾角刚度,或调整前、后悬架的侧倾角刚度比值以保证汽车具有良好的行驶稳定性。计算表明,对于后悬架,后横向稳定杆的刚度在其侧倾刚度中占73%,在整车的侧倾刚度中占32%。

### 1 侧倾角刚度与汽车的行驶稳定性

由于汽车整车侧倾角刚度是前、后轴侧倾角刚度之和,即

$$K_{\phi} = K_{\phi 1} + K_{\phi 2}$$

式中,  $K_{\phi}$ —整车侧倾角刚度;  $K_{\phi 1}$ —前轴侧倾角刚

度;  $K_{\phi 2}$ —后轴侧倾角刚度。

而对于汽车任一前、后轴来说,侧倾角刚度值由横稳定杆的角刚度  $K_{\text{稳}}$  与悬架的角刚度  $K_{\text{簧}}$  两部分组合而成。即

$$K_{\phi 1} = K_{\text{稳}} + K_{\text{簧}}$$

$$K_{\text{稳}} = \frac{(B\eta_c)^2}{L^2 L_T / GJ_p + [2L_1^3 + L_0(L_2 + L_3)^2] / 3EJ + 2/C_z}$$

$$K_{\text{簧}} = 2C_s q^2$$

式中,  $B$ —轮距;  $\eta_c = L_c / B$  (整轴非独立悬架);  $L$ 、 $L_1$ 、 $L_2$ 、 $L_3$ 、 $L_T$ 、 $L_0$ —稳定杆各段长度;  $E$ 、 $G$ —拉压弹性模量与剪切弹性模量;  $J$ 、 $J_p$ —杆截面的极惯性矩与杆的惯性矩;  $C_z$ —总的橡胶零件换算线刚度(实际计算时忽略);  $C_s$ —钢板弹簧刚度;  $q$ —钢板弹簧中心线到汽车对称平面的距离。

因此可看出,  $K_{\text{稳}}$  和  $K_{\text{簧}}$  的值越大,车轴的侧倾角刚度就越大。一般,不通过提高  $K_{\text{簧}}$  的办法提高侧倾角刚度,这样会使平顺性变坏,尤其是如果后轴的  $K_{\text{簧}}$  增大,还会使整车增加过度转向的可能。所以,可以通过提高  $K_{\text{稳}}$  来补偿侧倾角刚度的不足,也可以通过改变  $K_{\text{稳}}$  来调整前、后轴的角刚度比值,以便获得良好的侧向稳定性。

收稿日期 2001-11-12

## 2 横向稳定杆对随动悬架特性的影响

富康轿车上的悬架,为了改善其高速时的操纵性能,采用特种后悬架——随动悬架结构,整个后悬架产生与前轮同方向的转向称为随动转向。由于后桥的随动转向作用,可以认为属于准4轮转向,但它实现4轮转向功能时十分巧妙:其随动转向的效果在侧向力作用下实现,当低速转向时,所受到的侧向力较小,因而随动转向特性作用很小,使其与普通汽车差别不明显,不会降低汽车的转弯机动灵活性;而高车速转向时,其增大的侧向力使随动悬架借助于相应的后轴弹性运动保持与前轮同向偏转并达到一定的稳定作用,显著缩短整车转向通过的行驶时间,消除了反应时间的滞后,低成本实现了4轮转向控制,由于这种设计的创新使得该系列车型在高速时的操纵稳定性有很好的效果。在富康轿车后悬架结构设计中,悬架的几何形状、扭转和翘曲特性及其姿态,还有横向稳定杆的采用,都经过了精心设计和布置,整个后悬架的设计体现了结构简捷、实用,其经济性、可靠性和受力合理性均佳的这样一种指导思想。

后悬架采用的横向稳定杆是  $D19.3\text{mm}$  的扭杆,扭杆的刚度为一定值,但由于导向机构的影响,后悬架的刚度是非线性变化的,为

$$K_{\phi 2} = \frac{GJ_p [1 - (\Phi - \alpha) \cot \Phi]}{LR^2 \sin 2\Phi}$$

式中, $L$ —横向稳定杆工作长度; $R$ —悬臂长度; $\alpha$ —横向稳定杆在自由状态时悬臂轴线与铅垂线的夹角; $\Phi$ —悬臂轴线与铅垂线的夹角。

因而可求出整车处于整备状态、参考状态(设计位置)、满载状态下的后悬架刚度:

整备状态下,  $K_{\phi 2} = 16.13\text{N/mm}$ ;

参考状态下,  $K_{\phi 2} = 17.87\text{N/mm}$ ;

容许轴载质量状态下,  $K_{\phi 2} = 20.39\text{N/mm}$ 。

图1所示为富康轿车在装有后横向稳定杆和无后横向稳定杆时,后悬架随动转向角对汽车行驶稳定性的影响。通过对有、无后横向稳定杆时,汽车后悬架转向功能变化两条曲线的对比可以看出,横向稳定杆对后悬架转向角的作用是非常大的,通过后悬架转向功能的增强,可以有效地改善汽车高速时的稳定性;对富康轿车后悬架结构分析还发现,结构的扭转和翘曲变形是后悬架随动转向角形成的原因之一。后悬架的转向作用可以使汽车获得一定的不足转向,但并不意味着后悬架的不足转向越多越好,由于它是一种被动的转向作用,因此必然

会受到各方面因素的限制。对于悬架侧倾转向作用,其限制主要来自悬架结构方面,而过大的侧倾转向作用会使汽车在有侧倾角振动时以及在倾斜的路面上行驶时,驾驶人员的汽车稳定感变差,这些顾虑主要是理论上的。由于必须考虑悬架结构受力的合理性,结构的经济性及可靠性的限制,同时又必须兼顾汽车其他方面的性能的要求,目前悬架结构难有较大的侧倾转向作用。为改变这种状况,通常的方法就是加大后悬架的侧倾转向刚度,要使得这种功能得以充分实现并予以放大,后悬架中的横向稳定杆起很重要作用。

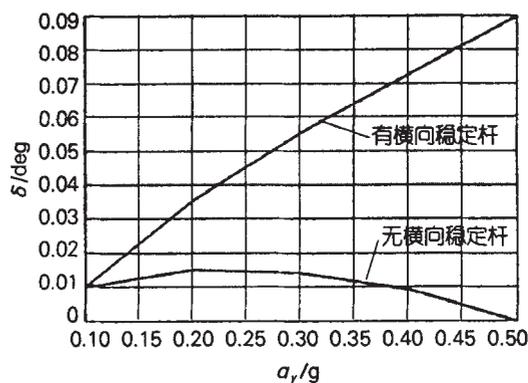


图1 横向稳定杆与后悬架转向角的关系

## 3 结束语

由试验得出的富康轿车后悬架的特性曲线(见图2)可以看出,它是变刚度的非线性曲线,这使得汽车在一般道路上行驶时有低刚度的悬架特性,保证良好的乘坐舒适性和行驶稳定性,而载荷变化时,悬架的刚度变化较小,振动频率变化也小;当汽车在很差的道路上行驶时,可以使汽车在有限的动挠度范围内,得到更多的动容量,而且车身高度变化很小。

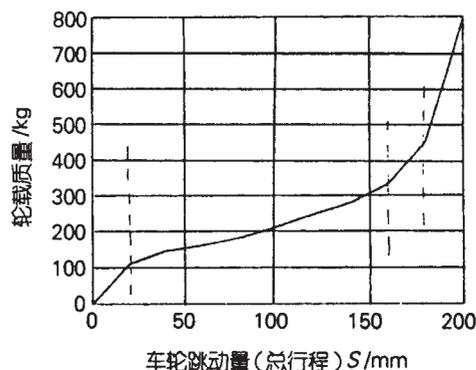


图2 后随动悬架特性曲线

由此,富康轿车由于后悬架纵摆臂式结构的限制,使得其侧转向作用很小,而为获(下转第33页)

业还可以利用内联网提供技术资料,进行员工培训,召开网络会议,从而在各方面降低企业运作成本。

### ②)有重点地发展我国汽车电子商务

考虑我国因特网的发展状况及社会环境,目前汽车行业电子商务的重点应是信息交流和服务支持,而不是网络销售,即使开展网络销售也应在少数重点区域进行尝试和探索。事实上,在国外汽车网络销售只是促销产品的方式之一,而且目前交易量并不太大。由于我国目前的经济水平还不高,电子商务的大环境还不完善,因此,盲目进行网络销售汽车是不可取的。我国电子商务应用的重点应在为消费者提供信息,加强与消费者交流和售后服务方面。鉴于越来越多的消费者习惯于在网上查询和获得信息,企业利用因特网建立和维护品牌已逐渐成为产品推广的有效方式之一,并且,网络交流即时互动的特性,也便于企业及时了解消费者心态,为新车型的开发及企业的决策提供依据。

另外,整车销售只是启动了汽车消费链的第一个环节,围绕汽车售后的汽车维修、配件、汽车养护、汽车用品、汽车服务等需求而形成的市场容量,在发达国家早就超过了整车销售的市场容量。客户在网上订购汽车配件、养护用品、工具、设备等,比网上购车更可行;通过网络也可以为客户提供本公司汽车的保养、维修知识,以因特网来延伸客户服务。

### ③)逐步建立我国的网络零部件采购系统

由于国内汽车企业对企业信息化工作比较重视,为建立网络采购系统打下一定基础。而采购信息的公开化,也可在一定程度上削弱汽车制造厂商的采购部门对采购信息的控制权,有助于实现公司采购业务操作的市场化、规范化,减轻采购部门管理和运作的官僚化倾向,降低采购的业务成本,提高采

购效率。

由于我国汽车厂家众多,地方保护主义严重,因此在建立零部件采购系统时,最好能有一个在汽车行业具有权威性的机构带头,或由国内几个大的汽车企业牵头,联合一部分企业深入研究、分析国外汽车零部件采购系统的运作,结合我国实际情况提出方案,建立一个统一的、标准化的采购系统。同时又能与国外采购系统顺利接轨,使我国汽车企业更快地融入国际汽车市场。

虽然汽车业电子商务目前在我国遭遇不少困难,但处在信息时代,退却一步有时就意味着全面落后。我国的汽车企业可以根据我国国情,既不放弃,也不冒进,有针对性地发展中国的汽车电子商务,帮助自己的企业发展壮大。

### 参考文献:

- [1] Kevin W. English. Remarks Before the Original Equipment Suppliers Association 2001 Fall Industry Outlook Conference and Annual Meeting of Members [J/OL]. <http://WWW.Covisinf.com>.
- [2] 詹文杰,张金隆,杨兰蓉. 汽车开进互联网[J]. 电子商务世界, 2001, (6): 56-57.
- [3] 刘国新,王林,张明. 关于中国汽车电子商务发展的思考[J]. 上海汽车, 2000, (10): 12-16.
- [4] 冯天俊,龚国华. 汽车产业供应链管理的电子商务化研究[J]. 中国软科学, 2001, (2): 105-107.
- [5] 华翔. 电子商务在我国汽车零部件行业中的应用[J]. 商用汽车, 2001, (7): 46-48.
- [6] 钟秀斌. 汽车,行驶在宽带时代[J/OL]. <http://WWW.enet.com.cn>.
- [7] 李林. 电子易成,商务难求[J]. 北京汽车, 2001, (1): 14-20.

(上接第 22 页)得较好的不足转向,采用横向稳定杆来进行调整,在不影响汽车平顺性的情况下,减少了车身侧倾对驾驶和乘坐人员的心理影响,改善了汽车的行驶稳定性。

### 参考文献:

- [1] LDMetz, DMAAlter. Transient and Steady-State Performance Characteristics of a Two-Wheel-Steer and Four-Wheel-Steer Vehicle Model[J]. SAE, 911926.
- [2] Yasuhiko Tsukuda, Yasumasm Tsubota, Hiroshi Tonomura and Hiroshi Noguchi. Development of a New Multi-Link Rear Suspension[J]. SAE paper, 881774.
- [3] Michael K Mc Guire, Dennis A Guenther. Longitudinal Suspen-

sion Compliance Modeling with ADAMS [J]. SAE paper, 930764.

- [4] 郭孔辉. 汽车操纵动力学[M]. 长春:吉林科学技术出版社, 1991.
- [5] 林逸,张洪欣,温吾凡. 汽车悬架顺从性的初步研究[J]. 汽车工程, 1992, 14 (8): 175-180.
- [6] 牟向东,唐新蓬,陶健民. 悬架转向特性的汽车操纵稳定性分析[J]. 汽车研究与开发, 2000 (1): 28-30.
- [7] 耶尔森·赖姆帕尔. 汽车底盘基础[M]. 北京:科学普及出版社, 1992.
- [8] 耶尔森·赖姆帕尔. 悬架元件及底盘力学[M]. 长春:吉林科学技术出版社, 1981.
- [9] 张洪欣. 汽车设计[M]. 北京:机械工业出版社, 1992.