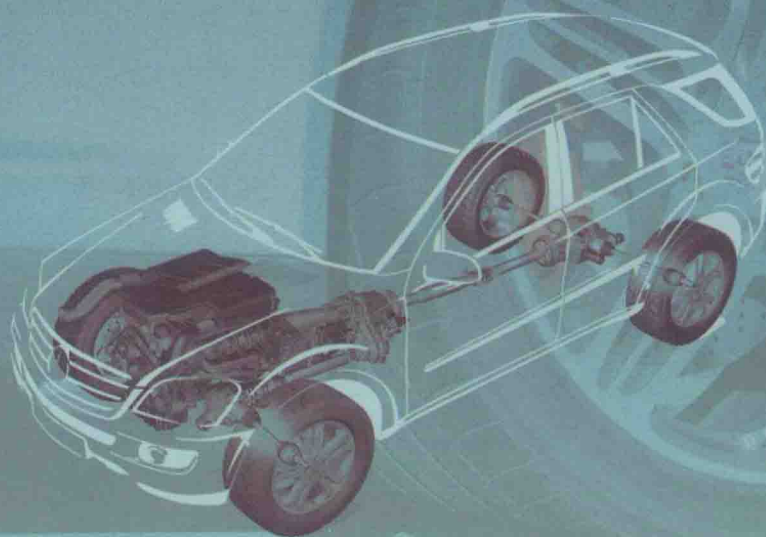


宇迪汽车维修系列丛书 YUDI QICHE WEIXIU XILIE CONGSHU

汽车四轮定位

基础教程

QICHE SILUN DINGWEI JICHU JIAOCHENG



陆耀迪◎主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

宇迪汽车维修系列丛书

汽车四轮定位基础教程

陆耀迪 主编



机械工业出版社

本书着眼于现代汽车四轮定位的基础知识,重视实践。全书包括汽车底盘及悬架系统基础知识、轮胎与车轮定位、四轮定位基础知识、科学四轮定位、四轮定位专用零件及工具、汽车定位故障诊断、四轮定位调整案例、四轮定位仪的选择及四轮定位的经营技巧等8章,每章力求涉及从业人员最关心的问题。书末的附录,相关而实用。

本书精心组织,人性化谋篇,图文并茂,重在实际应用。本书既便于汽车维修人员、各类汽车维修企业和轮胎店相关从业人员,以及从事汽车维修设备产品及配件销售的人员学习使用,也可供大中专院校师生和汽车爱好者参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车四轮定位基础教程/陆耀迪主编. —北京:机械工业出版社,2008.4(2013.11重印)
(宇迪汽车维修系列丛书)
ISBN 978-7-111-24013-6

I. 汽… II. 陆… III. 汽车—车轮—定位—教材
IV. U463.34

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第057460号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)
策划编辑:徐巍 责任编辑:夏韡 责任校对:陈立辉
封面设计:王伟光 责任印制:张楠
北京振兴源印务有限公司印刷
2013年11月第1版第5次印刷
184mm×260mm·13印张·315千字
8501-10000册
标准书号:ISBN 978-7-111-24013-6
定价:28.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
电话服务 网络服务

社服务中心:(010)88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010)68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010)88379649

读者购书热线:(010)88379203

封面防伪标均为盗版

前 言

现代汽车除了要确保有良好的行驶性能、转向性能和制动性能之外,人们对其安全性与舒适性的要求也越来越高,正在向高质量、高性能、高附加值方向发展。为适应这一要求,轿车悬架随之不断改进。

近年来,轮胎厂商不断研发推出具有特种胎纹、使用特种材料、特制规格的高技术异形胎,增大扁平率,提高排水性及抓地能力,不断改善汽车行驶舒适性及安全性。

现在大多数高档车采用全铝合金多连杆悬架,以提高舒适性。如奥迪 A8L 采用可调整空气悬架,奔驰 400 概念跑车采用全电控主动悬架,宝马新 7 系采用主动式车身稳定系统。为解决底盘平顺性问题,大众速腾(SAGITAR)汽车采用德国大众最新的 PQ35 底盘技术,其优化性能的麦弗逊滑柱前悬架和全新多连杆后独立悬架技术,将底盘的总刚度提高 80%。电动助力转向为车与路之间提供最精确的感觉,随着车速的提高,车辆操控性能也大大提高,动力性更强,提供给驾驶者优异的驾驶感受,同时安全性和舒适性得到全面提高。

新技术在悬架结构方面的应用不断突破,已由原有的被动悬架逐渐发展到半主动悬架、主动悬架,纯机械结构向气液悬架、电控系统悬架方向演变,使汽车悬架系统不断推陈出新。高档车普遍应用了全新概念的悬架,我们熟知的奥迪 A6、帕萨特 B5 采用的是四连杆独立悬架及动态前束技术,对这样的汽车进行四轮定位检测调整时,必须借助专用工具(如 VAG1941)、专用四轮定位仪(如 VAG1943B 或 VAS6331)。关于国产轿车四轮定位规范及具体调整技巧,请参阅机械工业出版社出版的《国产轿车四轮定位规范及调整手册》一书,关于进口轿车四轮定位规范及具体调整技巧,请参阅机械工业出版社出版的《进口轿车四轮定位规范及调整手册》一书。

在中国,汽车进入家庭只是近几年的事情,而世界汽车技术发展已有百余年历史,近年来世界各国更是加快汽车技术推陈出新步伐,难免使我们广大汽车从业人员倍感不适。关于汽车四轮定位基础知识,各类汽车修理厂和轮胎店的技术人员和维修人员尚普遍缺乏。面对这一情况,本人系统总结四年来在一线实践和培训的经验,藉此与大家共享劳动成果。

由于本人水平有限,本书不足之处敬请指正。

编 者

目 录

前 言

第1章 汽车底盘及悬架系统

基础知识 1

1.1 汽车悬架的功能与组成 2

1.2 汽车悬架的形式 3

1.3 汽车悬架上的零部件 6

1.3.1 弹簧 6

1.3.2 减振器 10

1.3.3 麦弗逊滑柱 11

1.3.4 控制臂 12

1.3.5 万向节 13

1.3.6 纵向推力杆 16

1.3.7 稳定杆与摆动杆 17

1.3.8 转向系统 18

1.4 汽车空气悬架的应用与发展 27

1.5 汽车悬架的电子控制技术 27

1.6 汽车悬架技术发展 28

1.6.1 被动悬架 28

1.6.2 主动悬架 29

1.6.3 半主动悬架 30

1.6.4 各种悬架比较 30

1.7 汽车悬架技术趋势 31

第2章 轮胎与车轮定位 32

2.1 轮胎结构 33

2.2 轮胎的规格和种类 34

2.3 轮胎的使用和保养 36

2.4 车身振抖的故障分析与排除 37

2.4.1 车身抖动 37

2.4.2 转向摆振和转向颤振 37

2.4.3 故障排除 38

2.5 轮胎磨损 41

2.5.1 轮胎磨损的影响因素 41

2.5.2 车轮的平衡 42

2.5.3 偏摆 42

2.5.4 均匀性 42

2.5.5 轮胎的故障分析及排除 43

2.6 轮胎检查与车轮定位 48

第3章 四轮定位基础知识 51

3.1 车轮定位常识 52

3.1.1 什么是四轮定位 52

3.1.2 为什么要做四轮定位 52

3.1.3 检查车辆四轮定位的时机 54

3.1.4 正规的四轮定位作业流程 54

3.1.5 引起测量误差的几个原因 54

3.1.6 避免进入日常使用误区 55

3.1.7 定期校准四轮定位仪 55

3.2 定位角度入门 55

3.3 主要定位参数及其作用 56

3.3.1 外倾角 56

3.3.2 主销后倾角 63

3.3.3 主销内倾角 69

3.3.4 前束 71

3.4 相关定位参数及其作用 77

3.4.1 包容角和摩擦半径 77

3.4.2 推进线和推进角 81

3.4.3 转向角 83

3.4.4 转向前展 84

3.4.5 退缩角 85

3.4.6 横向偏置角 86

3.4.7 轮距差 87

3.4.8 轴向偏置角 87

第4章 科学四轮定位 88

4.1 何时需做车轮定位检查 89

4.2 询问车况并作好记录 89



4.3 车辆顶升和举升位置	89	5.2 四轮定位专用工具	126
4.4 定位前检查	90	5.2.1 大众系列定位调整专用工具	126
4.5 人性化检查	92	5.2.2 转角盘	126
4.5.1 转向系统和悬架系统的 目测检查	92	5.2.3 校正器	127
4.5.2 车辆跑偏故障的定位前准备	92	5.2.4 磁力水准仪	128
4.5.3 轮胎检查项目	92	5.2.5 橡胶支座	129
4.5.4 制动系统检查项目	93	5.2.6 转向盘固定器	129
4.5.5 发动机室内检查项目	93	5.2.7 制动踏板固定器	129
4.5.6 底盘检查项目	94	第6章 汽车定位故障诊断	130
4.5.7 人性化检查项目	94	6.1 定位诊断检查事项	131
4.6 车轮定位测量	95	6.2 跑偏诊断	131
4.7 汽车定位故障快速诊断	95	6.2.1 发动机启动时转向盘偏转	132
4.8 定位调整步骤及方法	96	6.2.2 制动时车辆跑偏	132
4.9 车轮定位参数的专项调整	96	6.2.3 不规则跑偏	132
4.9.1 同时调整后倾角和外倾角	96	6.2.4 行驶在颠簸路面时车辆 跑偏或跑舵	132
4.9.2 前驱发动机托架定位不良	98	6.2.5 恒定跑偏	132
4.9.3 VAG 前束曲线调整	99	6.2.6 方向跑偏的故障分析与排除	134
4.9.4 ADR/ACC 调整	108	6.3 转向盘不正诊断	137
4.10 拧紧力矩	112	6.4 振动诊断	138
第5章 四轮定位专用零件及工具	113	6.5 吃胎故障解决方案	141
5.1 四轮定位专用零件	114	6.5.1 单边或双边或侧面磨损	142
5.1.1 外倾角调整螺栓	114	6.5.2 中央磨损	142
5.1.2 外倾角组件	115	6.5.3 羽状磨损	142
5.1.3 双角度后轮调整垫片	116	6.5.4 斑状磨损	143
5.1.4 前轮后倾角、外倾角调整 螺栓	118	6.5.5 其他磨损症状	143
5.1.5 偏心吊耳外倾角组件	119	6.6 不对称诊断	143
5.1.6 外倾角调整螺栓	120	6.6.1 基本性检查	143
5.1.7 进口本田后轮外倾角调整 组件	120	6.6.2 几个重要的概念	144
5.1.8 广州本田后轮外倾角调整 组件	121	6.6.3 关于阿克曼	145
5.1.9 后轮前束调整螺栓	121	第7章 四轮定位调整案例	149
5.1.10 前轮偏心吊耳	123	7.1 后轮外倾角调整案例	150
5.1.11 本田 CRV 外倾角组件	124	7.2 后轮前束角调整案例	153
5.1.12 单角度外倾角/前束角垫片	124	7.3 主销后倾角调整案例	159
5.1.13 外倾角、主销后倾角 U 形插片	126	7.4 前轮外倾角调整案例	166
		7.5 前轮前束角调整案例	175
		7.6 技术答疑	176
		第8章 四轮定位仪的选择及四轮定位的 经营技巧	179



8.1 四轮定位仪的选择	180	8.2.1 走出认识误区	186
8.1.1 技术分类	180	8.2.2 如何做好四轮定位经营	186
8.1.2 基本概念	180	附录	189
8.1.3 上位机的特点及功能	181	附录 A 车轮定位专用术语	189
8.1.4 系统选型及配置	182	附录 B 车名中英文对照表	194
8.1.5 如何选择四轮定位仪	185	附录 C 如何识别汽车 VIN 码	196
8.2 四轮定位的经营技巧	186		

第

1

章

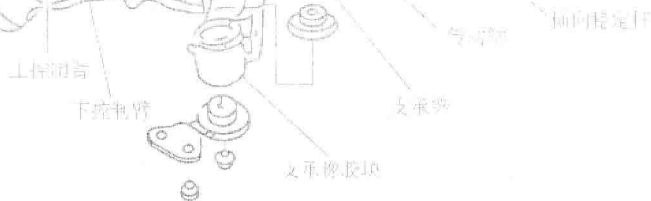
汽车底盘及悬架系统基础知识

学习提示

汽车底盘及悬架系统技术一直在不断更新变化，本章旨在介绍一下相关基础知识。汽车悬架系统与车轮定位直接相关，在此就悬架系统的基本功能、基本构造作基础性讲解；悬架技术的应用及发展趋势，在本章也有深入的探讨。

我们强烈建议，在学习的过程中，要尽可能多接触不同的实车，对汽车的悬架和转向系统，不仅要了解不同系统的图片，而且还要直接观察真实的部件，了解它们的位置，以及车辆在颠簸和行驶时，该部件是如何运动的。

观察一辆车后，对比从课堂学到的知识，可以发现特定部件的特别之处，找出实际部件与文字描述的不同，记录下观察笔记。无论观察还是阅读中有了问题，最好都做个笔记。





1.1 汽车悬架的功能与组成

现代汽车除了保证行驶性、转向性和制动性等基本性能之外，目前正致力于提高安全性和舒适性，向高质量、高性能和高附加值的方向发展。为提高轿车悬架的操纵稳定性、乘坐舒适性，工程师们不断对其进行相应的改进。

舒适性是汽车最重要的使用性能之一。舒适性与车身的固有振动特性有关，而车身的固有振动特性又与悬架的特性相关。悬架是汽车上的重要总成之一，它把车身和车轮弹性地连接在一起。悬架的主要作用是传递在车轮和车身之间的一切作用力和力矩，比如：支撑力、制动力和驱动力等，并且缓和由不平路面传给车身的冲击载荷，衰减由此引起的振动，保证乘员的舒适性，减小货物和车辆本身的动载荷。

悬架系统与汽车的多种使用性能有关，为此必须满足如下要求：

1) 悬架系统要保证汽车有良好的行驶平顺性。对以载客为主要目的的轿车来讲，乘员在车中承受的振动加速度不能超过国标规定的界限值。

2) 悬架要保证车身和车轮在共振区的振幅小，振动衰减快。

3) 悬架要能保证汽车有良好的操纵稳定性。

① 悬架要保证车轮跳动时，车轮定位参数不发生很大的变化。

② 悬架要减小车轮的动载荷和车轮跳动量。

③ 悬架要保证车身在制动、转向、加速时稳定，减小车身的俯仰和侧倾。

④ 悬架要保证有很好的可靠性，有足够的刚度、强度和寿命。

汽车悬架是保证乘坐舒适性的重要部件，同时，作为车架(或车身)与车轴(或车轮)之间连接的传力机件，汽车悬架又是保证汽车行驶安全的重要部件。因此，汽车悬架往往被列为重要部件编入轿车的技术规格表，作为衡量轿车质量的指标之一。

汽车悬架包括弹性元件、减振器和传力装置等三部分，这三部分分别起缓冲、减振和传递力的作用。

1) 弹性元件用以传递垂向力，并缓和由路面不平度引起的冲击和振动。从轿车上来讲，弹性元件多指螺旋弹簧，它只承受垂直载荷，缓和及抑制不平路面对车体的冲击，具有占用空间小、质量小、无需润滑的优点，但由于弹簧本身没有阻尼力而没有减振作用。

2) 减振器指液力减振器，可加速衰减车身的振动，是悬架机构中最精密和复杂的机件。

3) 传力装置是指车架的上下转向摇臂等叉形钢架、转向节等元件，它用来传递纵向力、侧向力及力矩，并保证车轮相对于车架(或车身)有确定的相对运动规律。

现代轿车的悬架一般采用质量小、性能稳定可靠的筒式减振器。当轿车在不平坦的道路上行驶时，车身会发生振动，减振器能迅速衰减车身的振动，利用本身油液流动的阻力来消耗振动的能量。当车架与车轴相对运动时，减振器内的油液会通过一些窄小的孔、缝等通道反复地从一个腔室流向另一个腔室，这时孔壁与油液间的摩擦和油液内分子间的摩擦形成了对车身振动的阻力，这种阻力在工程学上称为阻尼力。阻尼力会将车身的振动能转化为热能，并被油液和壳体所吸收。人们为了更好地实现轿车的行驶平稳性和安全性，不将阻尼系



数固定在某一数值上,而是使之随轿车运行的状态而变化,使悬架性能总是处在最优状态附近。因此,有些轿车的减振器是可调式的,将阻尼分成两级或三级,根据传感器信号自动选择所需要的阻尼级。

为了提高轿车的舒适性,现代轿车悬架的垂直刚度值设计得较低,即很“软”,这样虽然乘坐舒适了,但轿车在转向时,由于离心力的作用会产生较大的车身倾斜角,直接影响到操纵的稳定性。为了改善这一状态,许多轿车的前后悬架增添了横向稳定杆,当车身倾斜时,两侧悬架变形不等,横向稳定杆就会起到类似杠杆的作用,使左右两边的弹簧变形接近一致,以减少车身的倾斜和振动,提高轿车行驶的稳定性。从外表上看似简单的悬架,包含着多种力的合作,它决定着轿车的稳定性、舒适性和安全性,是现代轿车十分关键的部件之一。

1.2 汽车悬架的形式

根据导向机构的不同可将汽车悬架分为独立悬架和非独立悬架两大类。20世纪70年代又发展出了一种前后悬架或左右悬架相通的交联式悬架。

非独立悬架的车轮装在一根整体车轴的两端,当一边车轮跳动时,影响另一侧车轮也作相应的跳动,使整个车身振动或倾斜,汽车的平稳性和舒适性较差,但由于构造较简单,承载力大,目前仍有部分轿车的后悬架采用这种形式。

独立悬架的车轴分成两段,每只车轮用螺旋弹簧独立地安装在车架(或车身)下面,当一边车轮发生跳动时,另一边车轮不受影响,汽车的平稳性和舒适性好。但这种悬架构造较复杂,承载力小。现代轿车前后悬架大都采用了独立悬架,并已成为一种发展趋势。

独立悬架有如下特点:

- 1) 可以降低非悬架重量,车轮的方向稳定性良好,乘坐舒适性和操作稳定性高。
- 2) 在独立悬架中,弹簧只支承车身,不承担车轮定位任务(该任务由联动装置完成)。因此,可以使用较软的弹簧。
- 3) 由于左、右车轮之间没有车轴连接,车箱底板和发动机的安装位置可以降低,这样车辆的重心降低,增加了行驶的稳定性并且增大了乘客舱和后备箱的空间。
- 4) 相对整体桥悬架,结构较为复杂,许多车型均要配备稳定杆,用以减少转向时左右摇摆,以保持稳定性。
- 5) 轮距和前轮定位随车轮的上、下运动而改变。

独立悬架分为麦弗逊滑柱型、双叉摇臂型和多连杆式三种类型。

1. 麦弗逊滑柱型悬架

典型的麦弗逊滑柱型悬架,见图1-1。

麦弗逊滑柱型悬架的特点如下:

- 1) 悬架结构相对简单。
- 2) 构件少,质量轻,所以可减轻非悬架质量。
- 3) 由于悬架所占位置小,发动机室可用空间增大。
- 4) 由于悬架支撑点之间的距离大,因此即使有安装错误或零件制造误差,前轮定位也不会相互受影响,除了前轮前束外,通常不需要进行定位调整。

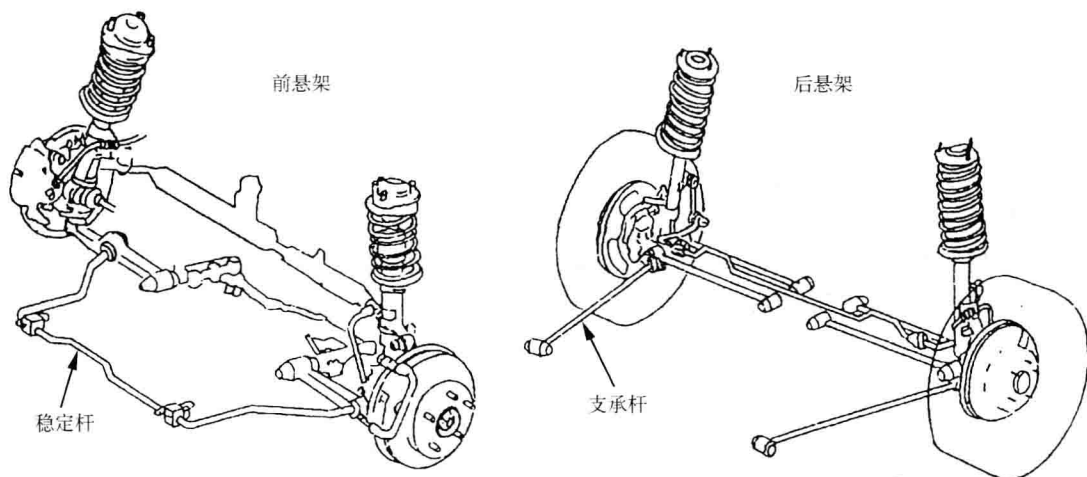


图 1-1 典型的麦弗逊滑柱型悬架

2. 双叉型悬架

双叉型悬架广泛用于小型客、货车的前悬架。典型的双叉型悬架，见图 1-2。

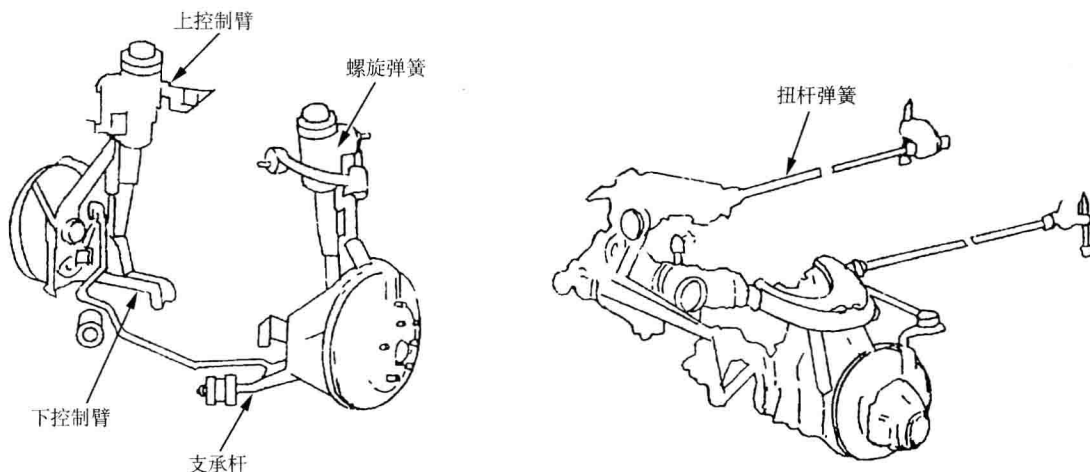


图 1-2 典型的双叉型悬架

双叉型悬架的特点如下：

悬架通过上、下臂安装在车身上。悬架的几何形状可以按上、下臂及其安装的角度来设计。

1) 如果上、下臂平行，而且长度相等，那么在弹跳或回弹时，轮距发生变化。而外倾角不变，但是由于转向时左右摇晃，外轮对地面的外倾角将变成正的。结果，不能获得适当的转向性能。此外，轮距的变化会引起轮胎过度磨损，见图 1-3a。

2) 在大多数新型悬架系统中，悬架上、下臂既不平行，长度也不相等。这样，当车辆经过坎坷不平路段时，车轮会稍微内斜，轮距也就不会发生变化。由于外轮支承较大载荷，并在两个车轮中有较大转向能力，它基本上与路面保持直角，这样就改善了转向和行驶方向的稳定性，见图 1-3b。

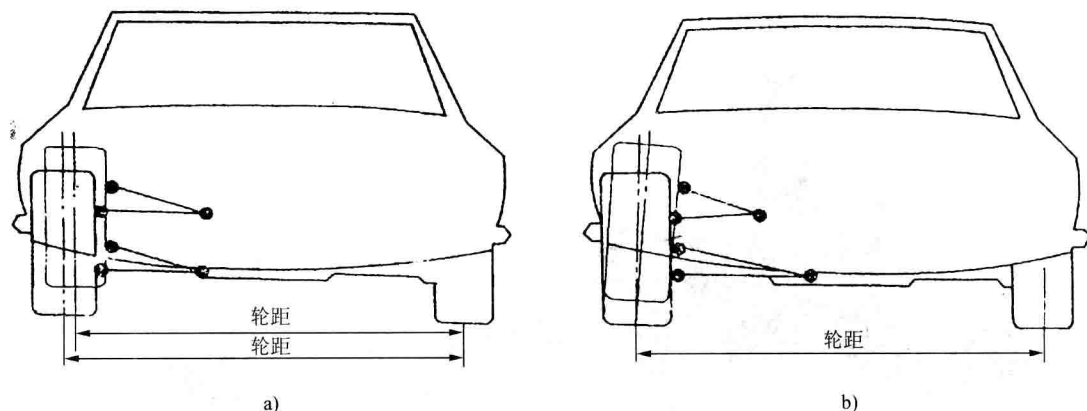


图 1-3 双叉型悬架上下臂的作用

a) 上、下控制臂等长 b) 上、下控制臂长度不等

3. 多连杆式悬架

典型的多连杆式悬架，见图 1-4 和图 1-5。

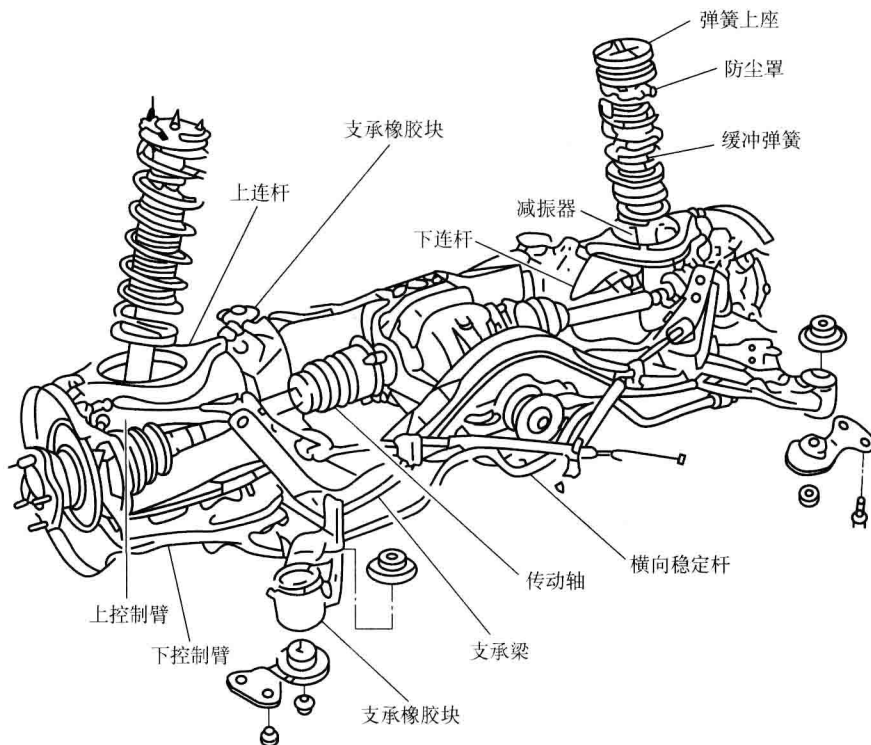


图 1-4 典型的多连杆式前悬架

近几年，一些高级轿车的前悬架纷纷采用多连杆结构。如奥迪 A6 和帕萨特 B5 均采用了新型的四连杆结构。这种结构的转向主销是下球头与轴承的连线，与上连杆和第三连杆无关，这样螺旋弹簧和减振器不会像在麦弗逊独立悬架中那样随转向节转动，从而提供了良好的方向稳定性、转向操纵性，并减少轮胎的磨损。

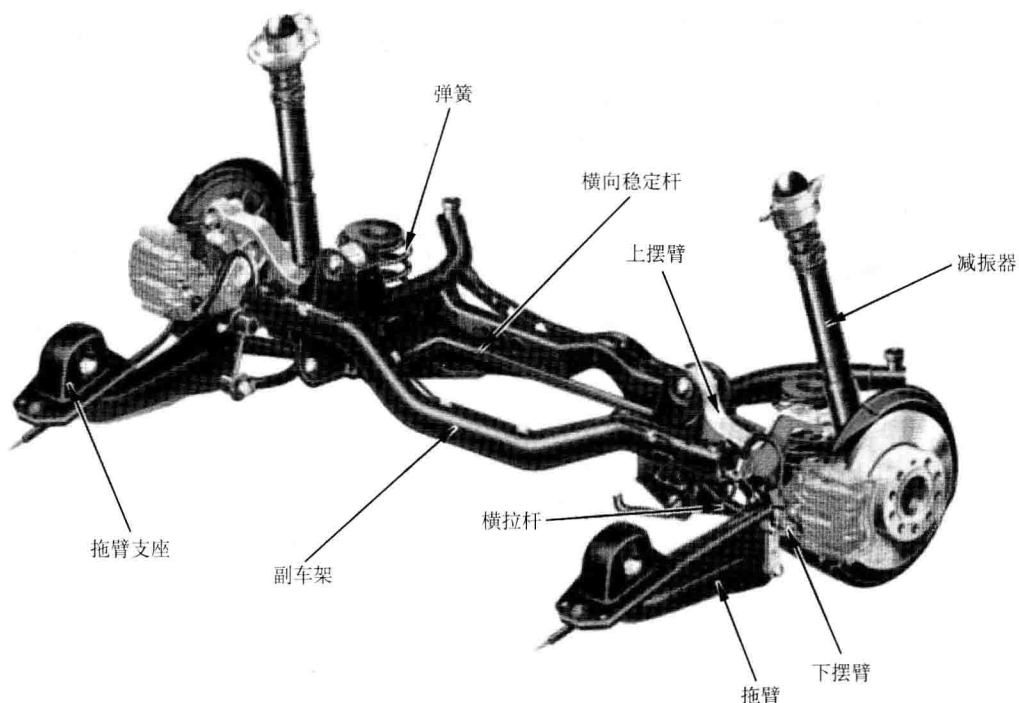


图 1-5 典型的多连杆式后悬架

1.3 汽车悬架上的零部件

汽车悬架由车轮悬架机构、车轮、弹簧、减振器、前后轴、转向机构、制动机构等零部件组成。而车轮位置对车辆直线行驶、转向及轮胎磨损有着决定性影响。

1.3.1 弹簧

1. 弹簧的功能

- 1) 使悬架运动，以便轮胎与路面更好接触。
- 2) 保持车身高度正确。
- 3) 有助于吸收路面的振动。

汽车悬架上的弹簧，见图 1-6。

弹簧是由弹性材料构成的，如钢、橡胶或塑胶。弹簧利用车辆的重量推动轮胎与路面保持接触。根据牛顿定律，对于任何作用力都有一个相等且相反的反作用力，重力推动轮胎作用在路面上，路面的反作用力也作用在车辆上。这就是为什么弹簧可保持正确的底盘高度。

当轮胎遇到路面上的障碍物时(如凹

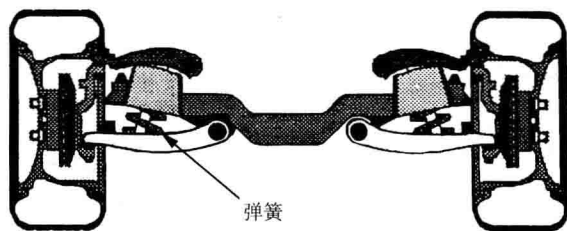


图 1-6 悬架上的弹簧



坑或凸台), 障碍物推动车轮(压缩), 或陷入路坑(回弹)。在压缩时, 弹簧储存着大量能量; 在回弹时, 弹簧释放大量能量。储存和释放能量引起弹簧“振荡”或多次回弹直至释放了所有的剩余能量。然而, 该振动发生时, 轮胎将改变与路面的相对位置, 引起轮胎表面的摩擦, 同时给驾驶员带来驾驶问题。

所有这些会引起弹簧疲劳。由于弹簧疲劳, 直至弹簧不再能支持车身重量, 弹簧不能保持轮胎可靠抓地。由于弹簧疲劳也会引起不当的力作用在其他悬架部件上, 引起它们过早地磨损。弹簧虽然没有受热, 却因疲劳而改变了悬架高度。

根据功能和用途不同, 弹簧有多种形式, 见图 1-7。

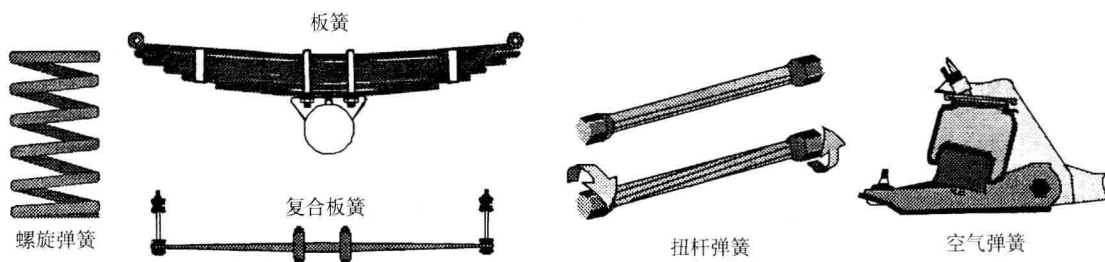


图 1-7 弹簧的形式

2. 扭杆弹簧

扭杆是利用具有扭曲刚性的弹簧钢制成的杆状件, 类似于圆钢。能够被扭曲并储存能量。扭杆的一端被连接在车体上, 另一端连接在控制臂上。车轮上下运动时, 发生压缩和/或回弹, 扭杆或多或少被扭曲。弹簧钢的弹力试图使扭杆回复到正常位置, 因此消耗了扭杆扭曲时储存的能量。典型的扭杆弹簧, 见图 1-8。

车辆设计时使用有纵向扭杆(与车辆侧面平行)或横向扭杆(与车辆侧面垂直)。对于这两种形式的扭杆, 通常在其一端安装有调整螺栓或螺母。当扭杆疲劳时, 该项调整可恢复正确的车身高度。见图 1-9。

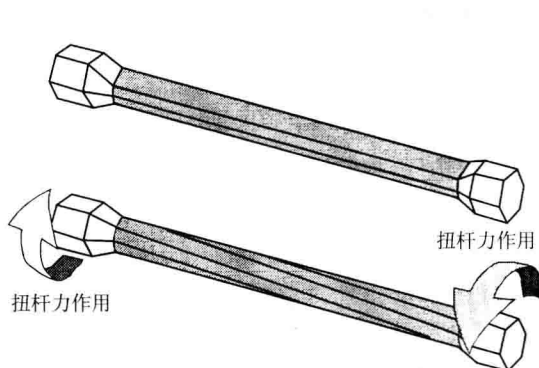


图 1-8 典型的扭杆弹簧

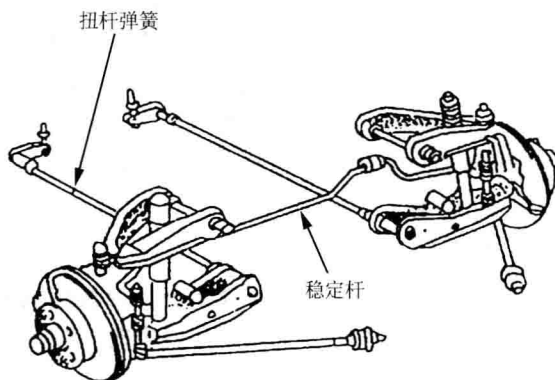


图 1-9 扭杆弹簧的应用

特别提示:

- * 进行车轮定位前要检查和调整扭杆。



3. 螺旋弹簧

螺旋弹簧相当于是一个扭力杆绕着一个圆柱被卷绕成螺旋形，见图 1-10。当螺旋弹簧上下移动时，压缩和回弹使得弹簧丝发生扭曲。在其扭曲时，弹簧变短；解旋或放松时弹簧变长。对于扭力杆或螺旋弹簧，螺旋完全是钢的。内部缺陷和金属材料表面的沟痕，使弹簧在该处变得脆弱。该断裂起自缺陷或沟痕处，并不断向弹簧丝周围扩大，经过若干压缩周期后引起弹簧断裂。这就是为什么损坏的弹簧断裂处总是尖锐的。

对于螺旋弹簧悬架，疲劳的弹簧无法调整补偿。

特别提示：

- * 当螺旋弹簧出现磨损和松弛时，必须成对更换。

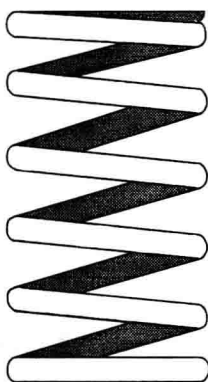


图 1-10 典型的螺旋弹簧

螺旋弹簧通常以弹性比率来识别。弹性比率是指当螺旋弹簧压缩 1in 时，所承受的以磅为单位的重量值。

螺旋弹簧是现代汽车上用得最多的弹簧。它的吸收冲击能力强，乘坐舒适性好，缺点是长度较大，占用空间较多，安装位置的接触面也较大，使得悬架系统的布置难以做到很紧凑。由于螺旋弹簧本身不能承受横向力，所以在独立悬架中不得不采用四连杆、螺旋弹簧等复杂的组合机构。出于乘坐舒适性的考虑，我们希望汽车在频率高且振幅小的地面冲击时，弹簧能表现得柔软一点；而当冲击力大时，又能表现出较大的刚性，减小冲击行程。因此，需要弹簧同时具有两种甚至两种以上的刚度。工程师们采用钢丝直径不等的弹簧或螺距不等的弹簧来解决这一问题，这样组合弹簧的刚度随负载的增加而增加。见图 1-11。

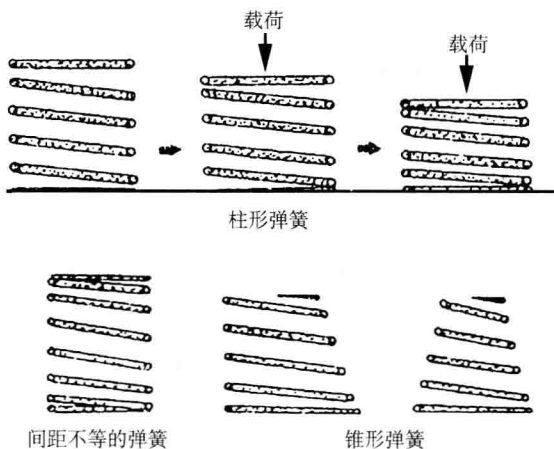


图 1-11 螺旋弹簧的形式

4. 板簧

板簧通常由弹簧钢制成，见图 1-12。也有些厂商以玻璃纤维增强塑料(FRP)制造板簧，如 Corvette 和 Chevy Astro 等车型。板簧做成平板形或叶片形，其通常有一小的曲率。曲率值被称为弹簧曲率。压缩和回弹发生时，弹簧板外展变平，而后回复到原状。板簧设计是以三点安装(两端连接车架，第三点连接车轴)的。板簧保证车轴在车架上处于正确的定位。中心螺栓穿过弹簧和车轴定位孔，弹簧座确保车轴和弹簧定位。

板簧多用于厢式车及货车，由若干长度不同的细长弹簧片组合而成。它比螺旋弹簧结构简单，成本低，可紧凑地装配于车身底部，工作时各片间产生摩擦，因此本身具有衰减效果。但如果产生严重摩擦，就会影响吸收冲击的能力。重视乘坐舒适性的现代轿车很少使用板簧。

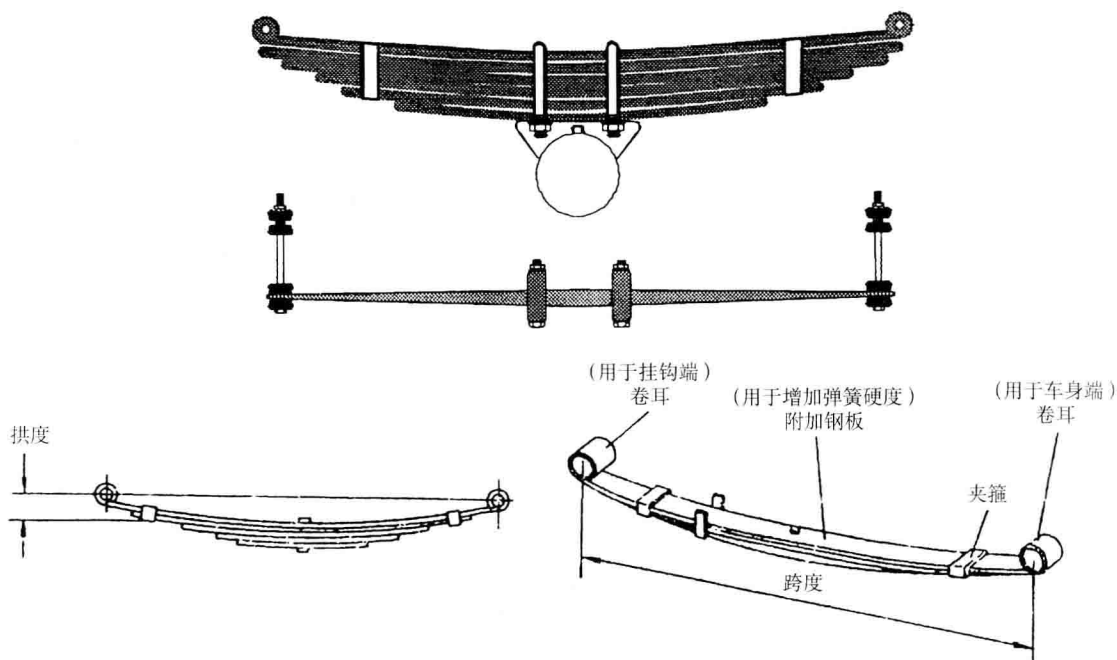


图 1-12 典型的板簧

5. 空气弹簧

空气弹簧是一个充以空气的橡胶气囊，见图 1-13。多数情况下，空气弹簧将提供一个比传统弹簧更舒适的悬架。受力时压缩空气将使气囊缩短。当空气回复到原状态时，空气弹簧将伸长，因此其功用像传统弹簧。

特别提示：

- * 很多空气弹簧系统是由车载计算机来控制，因此在做四轮定位前，空气弹簧系统开关必须关闭。
- * 当二次举升或举升装有空气悬架系统的车辆时，如果没有足够气压，空气弹簧会伸长，弹簧壁可能内陷至活塞。弹簧中没有空气，控制臂上移时可能损坏弹簧。
- * 关于空气悬架系统的更详细内容，请参考对应车辆的维修手册。

多数装有空气悬架系统的车辆都有车身高度传感器。该传感器可调整，以校正车身高度。

空气弹簧利用气体的可压缩性代替金属弹簧。它最大的优点就是具有可变的刚度，随气体容量的不断压缩渐渐增加刚度，且这种增加是一个连续的渐变过程，而不像金属弹簧是分级变化的。它的另一个优点是具有可调整性，即弹簧的刚度和车身的高度是可以主动调节的。通过主副气室的配合使用，

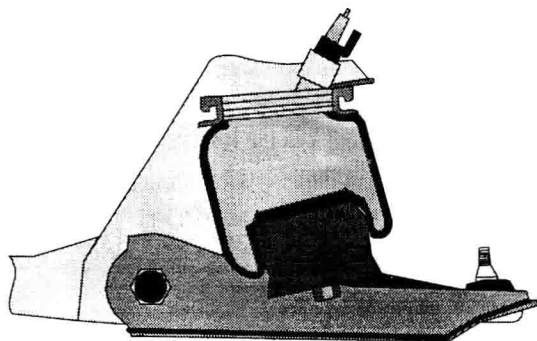


图 1-13 典型的空气弹簧



使弹簧可以处在两种刚度的工作状态下：主副气室同时使用，气体容量变大，刚度变小，反之（只使用主气室）则刚度变大。空气弹簧刚度由计算机控制，在汽车高速、低速、制动、加速以及转向等状态下，根据所需刚度进行调节。

空气弹簧也有弱点，靠压力变化控制车身高度必须装备气泵，还有各种控制附件（如空气干燥器），若保养不善会使系统内部生锈发生故障。另外，如果不同时采用金属弹簧，一旦发生漏气，汽车将无法行驶。

1.3.2 减振器

如前所述，我们讨论了弹簧在储存和释放能量时引起的振动。如果不加限制，该振动将会引发严重的驾驶问题，即制动问题和轮胎磨损。因此，每个弹簧将配备弹簧振动阻尼装置（减振器）。

下面让我们来做一组实验：

当我们将一个重块挂在弹簧上，重块将上下移动直至弹簧内的能量耗尽。如果我们将同一重块挂在同一弹簧上，并放入油缸中，你认为会发生什么？如果重块上有个大孔，又会怎样呢？如果是小孔呢？若是更小的孔，又会如何呢？孔可使一部份油液通过重块，以油液缓冲其冲击。这是减振器的基本原理，见图 1-14。

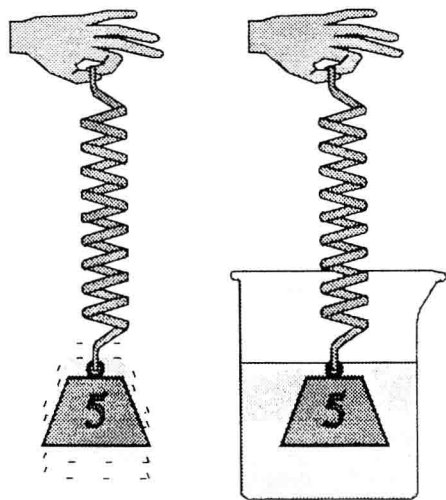


图 1-14 减振器工作原理

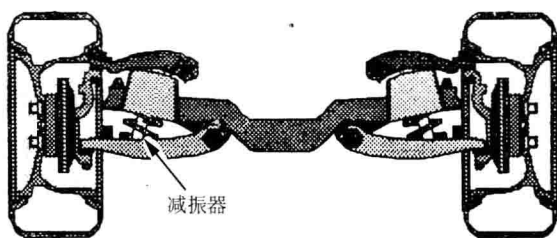


图 1-15 汽车上的减振器

在实车上，减振器活塞端安装在车架上，气缸端安装在车轴或控制臂上，见图 1-15。当车轮遇到凸块时，气缸向上推进。气缸是密封的，注油容器的内径与活塞阀的直径相同，见图 1-16。当气缸上推时，油液被推通过活塞阀的孔。孔的尺寸和油液的粘度决定缓冲或抑制冲击运动的能力。同样，减振器通过缓冲效应滤掉来自弹簧的能量。刚性减振器或重型减振器将提供一个硬式悬架。硬式悬架导致悬架很少运动。重型减振器用于高性能车辆，或重型货车，或经常在坏路面上行驶的车辆。