



劳动和社会保障部职业技能鉴定中心
汽车维修专项技能认证指定教材

XUANJI HE ZHUANXIANG XITONG

悬架和转向系统

全国汽车维修专项技能认证技术支持中心编写组 编写



教育科学出版社



2010262836



劳动保障部职业技能鉴定中心
汽车维修专项技能认证指定教材

U463.33
L186

悬架和转向系统

全国汽车维修专项技能认证技术支持中心编写组 编写



Qar44/05

教育科学出版社
· 北 京 ·

1026283



责任编辑 刘 进
版式设计 尹明好
责任校对 徐 虹
责任印制 曲凤玲

图书在版编目(CIP)数据

悬架和转向系统/全国汽车维修专项技能认证技术支持中心编写组编写. —北京:教育科学出版社, 2004.6
劳动保障部职业技能鉴定中心汽车维修专项技能认证指定教材
ISBN 7-5041-2685-3

I. 悬... II. 全... III. ①汽车-车悬挂装置-技术培训-教材 ②汽车-转向装置-技术培训-教材
IV. U463

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 114807 号

出版发行	教育科学出版社	市场部电话	010-62003339
社 址	北京·北三环中路 46 号	编辑部电话	010-82085274
邮 编	100088	网 址	http://www.esph.com.cn
传 真	010-62013803		
经 销	各地新华书店		
印 刷	保定市印刷厂		
开 本	787 毫米×1092 毫米 1/16		
印 张	25.75	版 次	2004 年 6 月第 1 版
字 数	520 千	印 次	2004 年 6 月第 1 次印刷
定 价	63.00 元	印 数	1—5 100 册

如有印装质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

若读者欲了解更多有关本系列教材的信息,敬请登录中车在线网 www.713.com.cn
本书所有源自美国米切尔(Mitchell)汽车维修数据库的图形和数据,均获得北京中车行
高新技术有限公司授权编辑使用,版权所有,违者必究。

“汽车维修专项技能认证” 教材编委会

主任：陈宇 白建伟 王凯明

副主任：陈李翔 王小宇 刘波 吴友生

编委：（以姓氏笔画为序）

王凯明 王海燕 邓维恭 王琰 龙凤丝 白建伟
朱兵 朱军 李京申 刘波 吴友生 陈宇
陈蕾 张巍 俞世光 段淑兰 桑桂玉 渠桦
魏俊强

组织策划：白建伟

技术总监：王凯明

主编：李京申 刘波

副主编：朱兵 吴友生 王琰

作者：代亮 王力田 吴友生 薛庆文 赵贵君
刘伟



陈宇 教授

中国就业培训技术指导中心主任

劳动和社会保障部职业技能鉴定中心主任

汽车业是推动科学技术发展的龙头产业，也是推动国民经济发展的支柱产业。自我国政府在“十五”计划中提出“鼓励轿车进入家庭”的政策以来，我国汽车保有量持续以超过 10% 的年增长率激增，现已达到 2000 万辆。2002 年国内汽车市场出现罕见的“井喷”行情，产销数量均突破 320 万辆，增幅均超过 30%。显然，汽车现在不仅是生产和运输的工具，而且正在成为居民家庭的大型耐用消费品。由于汽车使用于相对不稳定和不可预测的复杂环境中，故障和碰撞随时可能出现。因此，对汽车的保养、维护和修理成为不可缺少的环节。汽车修理业与汽车业共生共荣，我国汽车业的大发展必将促进汽车修理业的大发展。

目前，我国汽车修理业有各类企业 20 万户，从业人员 240 万人，尽管已初具规模，但和迅速发展的汽车用户市场相比不很适应；特别是汽车修理业队伍的素质，距离社会实际需要相差更远。据统计，70% 以上的从业人员只具有初中文化水平，在修理工人中真正掌握了诊断汽车故障能力的优秀技工不足 20%。有的汽车维修站点甚至坑骗顾客，在一些经济发达地区汽车维修投诉成了消费投诉的热点之一。究竟到哪里才能找到合格的汽车维修站点和维修人员，成为一个社会关切的问题，而“买车容易修车难”的状况有可能阻碍汽车业的进一步发展。加强汽车修理业建设，提高维修人员职业素质、

技术水平和业务能力，进一步强化汽车维修人员的资格认证制度已成当务之急。

2002年3月，劳动和社会保障部颁布《招收技术工种从业人员规定》(中华人民共和国劳动和社会保障部令第6号)。这个规定指出：“国家实行先培训后上岗的就业制度。用人单位招用从事技术复杂以及涉及到国家财产、人民生命安全和消费者利益工种(职业)的劳动者，必须从取得相应职业资格证书的人员中录用。”这个规定同时公布了首批87个实行就业准入控制的工种(职业)的目录，其中就包括了汽车修理工。显然，这个规定适应了社会需要，对汽车修理工的培训和认证工作将起重大推进作用。

我们需要指出的是，汽车是集现代科学技术之大成的产品，科技含量高，发展变化快。现代汽车正迅速向信息化、数字化、绿色化方向发展。电喷电控技术、机电一体化技术，动力和尾气处理系统清洁技术等都给汽车维修不断带来新课题；汽车维修企业的管理也出现许多新特点。显然，陈旧固定、一成不变的资格标准和培训教材已远不能适应急剧变化着的汽车维修技术的要求。为此，劳动和社会保障部培训就业司、劳动和社会保障部职业技能鉴定中心组织国内有关专家，同北京中车行高新技术有限公司合作，参照国际先进经验，在《汽车修理工国家职业标准》的基础上，制定了《汽车维修专项技能认证标准》，同时编写了相应的培训教材，推出了汽车维修专项认证活动，以解当前培训和认证工作的燃眉之急。

《汽车维修专项技能认证标准》和《汽车维修专项技能认证教材》遵循了近年来我国职业培训和职业技能鉴定工作领域推行的“以职业活动为导向，以职业技能为核心”的指导方针，按照职业功能分析方法，把汽车维修工作划分为“汽车故障诊断与维修”、“汽车碰撞修复”、“汽车配件供销与汽车估损”和“汽车维修企业管理”等5个领域，8个专项认证资格，共14个培训和考核项目。这不但是我国汽车维修培训考核认证的新尝试，也是职业资格培训认证工作的新尝试。我们的目的就是要使国家职业培训和技能鉴定工作更加贴近生产，贴近企业，贴近市场和用户的实际需要。同时，填补科技发展和管理进步带来的培训认证领域的空白。

国内外职业培训和技能鉴定的大量实践表明，标准化、功能化、模块化

的培训认证不但是高效可行的，而且是科学规范的。发达的工业化市场经济国家对技工的培训认证大多采用这种方式，获得了很好的效果。比如著名的美国国家汽车维修技师协会（National Institute for Automotive Service Excellence, ASE）的汽车维修技工资格认证就采用了模块化培训和考试方式。1994年我曾率团专门访问过 ASE 总部，当时这个机构的总裁和几位副总裁热情地接待了第一个来自中国劳动和社会保障部的考察团。ASE 的考核项目多达 40 余个，涉及到汽车维修的所有领域，现在全美有 40 多万人持有 ASE 证书。美国国家汽车维修技师协会不但对持证技工的技术水平负责，而且对他们的职业道德负责，接受和处理从技术不过硬到乱收费在内的一切投诉。ASE 考试严格、管理到位、证书过硬，投诉极少（约万分之一）。因此，持有 ASE 证书的技工都有一种自豪感，把 ASE 蓝白相间的旗帜插在自己修理站点的大门口，把 ASE 技师证书贴在客户休息区的墙上。开车的人们也纷纷到挂有 ASE 标志的修理站点修车。我当时就想，将来一定要把这些先进方法引进到我国。现在，我高兴地得知，今天推出这个汽车维修专项认证活动，就借鉴了 ASE 的经验，同时汲取了包括著名的米切尔（Mitchell）汽车维修数据库在内的其他国际先进成果。我们的这个愿望现在看来就要实现了。

党的十六大提出了“加快发展现代服务业”的要求。我希望汽车维修专项认证活动及其相关标准和教材的推出，能在加快发展现代汽车维修服务业方面作出自己应有的贡献，让我们预祝这项活动获得圆满成功，并预祝我国汽车维修业的队伍建设更上一个新台阶。

编者 的话

“汽车维修专项技能认证”(系列)教材之一《悬架和转向系统》的编写指导思想是:从实际维修的角度讲述现代汽车悬架系统与转向系统的结构与原理,并从原理出发,教会读者如何以规范的操作程序对悬架系统和转向系统进行维护和保养,以及用科学的思路、先进的诊断方法和规范的操作对悬架系统和转向系统的故障进行诊断和维修。

本书共分十一章,先讲悬架系统,后讲转向系统,在讲解中侧重于比较先进的电子控制悬架系统和电子控制转向系统。

第一章讲解悬架系统,主要讲述传统悬架系统的分类、组成、结构和原理。第二章是电子控制悬架系统,不但详细讲述了电子控制悬架系统的组成、各部件的原理和系统的工作原理,还重点讲述了福特、凯迪拉克、三菱、凌志等常见车型所采用的电子控制空气悬架系统和奔驰轿车所采用的液压悬架系统的原理。第三章讲解悬架系统的故障诊断和维修,对应于第二章讲解的各种车型的悬架系统,具体讲述这几种悬架系统的故障诊断方法和诊断思路,因为这几种采用电子控制悬架系统的车型在国内都比较常见,所以相信维修人员经过这两章的学习,将会大大提高解决此类车型悬架系统问题的能力。第四章主要讲解了现代轿车所用轮胎的结构、规格以及轮胎保养、维修的方法。第五、第六章为维修资料和维修工具,简单地介绍了在实际维修作业时,维修资料的查询方法和各种悬架转向维修工具的功能和使用方法。从第七章开始讲解转向系统。第七章至第九章主要讲解转向系统的机械部件、液压助力转向系统、电子控制转向系统以及四轮转向系统的结构和原理。第十章与前面的三章相对应,通过对大量常见实例的分析,详细讲述了各类转向系统的故障诊断和维修。第十一章是车轮定位,详细讲述了车轮定位的各

种参数、这些参数的变化对汽车行驶的影响等。在讲到实际拆装和测量时，本书用了大量的图片，真正做到了图文并茂，使读者更容易理解和接受。同时本书中还插入了许多车型的电控系统电路图以及对电路图的分析，真正达到了使读者既能把这本书作为教材来学习，也能立即根据教材内容来修车的目的。

本书在编撰过程中，得到了全国维修界众多知名专家和一线技术人员的大力帮助，在此对他们表示感谢！

由于时间有限，本书难免出现疏漏，恳请广大读者不吝指正！

编 者

目 录

第1章 悬架系统

1.1 概述	1
1.2 悬架系统的部件	4
1.2.1 弹性元件(弹簧)	4
1.2.2 减振装置(减振器)	11
1.2.3 横向稳定器	14
1.3 非独立悬架	15
1.3.1 钢板弹簧式非独立悬架	16
1.3.2 螺旋弹簧式非独立悬架	17
1.4 独立悬架	17
1.4.1 横臂式独立悬架	18
1.4.2 纵臂式独立悬架	22
1.4.3 单斜臂式独立悬架	24
1.4.4 车轮沿主销移动的独立悬架	24
1.5 多轴汽车的平衡悬架	26

第2章 电子控制悬架系统

2.1 电控悬架系统的分类和组成	28
2.1.1 电控悬架系统的分类	28
2.1.2 电控悬架系统的组成	30
2.2 电控悬架系统的工作原理	30
2.2.1 电控空气悬架系统	30
2.2.2 电控液压悬架系统	80

第3章 悬架系统的故障诊断和维修

3.1 普通悬架的诊断与维修	91
3.1.1 普通悬架系统的拆装	91
3.1.2 普通悬架故障的诊断与维修	99

3.2 电控悬架系统的诊断与维修	101
3.2.1 福特汽车载荷调节式空气悬架系统的诊断与维修	101
3.2.2 福特汽车自动空气悬架系统的诊断与维修	110
3.2.3 凯迪拉克汽车计算机指令行驶控制系统(CCR)的诊断与维修	117
3.2.4 凯迪拉克汽车路感悬架系统(RSS)的诊断与维修	123
3.2.5 三菱汽车电控悬架系统的诊断与维修	127
3.2.6 凌志 LS400 电控空气悬架系统的诊断与维修	139
3.2.7 日产无限液压悬架系统的诊断与维修	148

第4章 车轮与轮胎

4.1 车轮	153
4.1.1 车轮的类型	153
4.1.2 轮辋	154
4.1.3 车轮轮毂	157
4.2 轮胎	162
4.2.1 轮胎的分类	162
4.2.2 轮胎的结构	163
4.2.3 轮胎的规格	167
4.2.4 轮胎的维护和修理	171
4.3 车轮/轮胎的平衡	182
4.3.1 静平衡和静不平衡	182
4.3.2 动平衡和动不平衡	183
4.3.3 车轮的动平衡	184
4.4 新型轮胎	189

第5章 汽车维修的安全和维修资料的查询

5.1 生产安全及注意事项	191
5.1.1 《中华人民共和国安全生产法》	191
5.1.2 车间内的安全操作	191
5.1.3 工具设备的安全操作	192
5.1.4 汽车举升的安全操作	192
5.1.5 事故预防和急救	193
5.2 车辆识别	193
5.3 维修资料的获取	194
5.3.1 汽车维修信息系统的作用	194
5.3.2 维修信息系统的查询和内容	196

第6章 维修工具

1 油封装拆器	200
2 轴承拆卸器	201
3 前轮轴承、轮毂拆装工具	201
4 车轴拆卸器	201
5 球头销拆卸工具	202
6 悬架摆臂衬套拆卸工具	202
7 螺旋弹簧压缩器	202
8 转向摇臂拆卸器	203
9 汽车故障听诊器	203
10 千分表	204
11 机工尺	204
12 轮胎花纹深度计	204
13 换胎器	205
14 车轮平衡机	205
15 动力转向压力表	205
16 回转半径测量仪	206
17 铅锤	206
18 指针测量计	206
19 制动踏板撑杆	207
20 方向盘锁止工具	207
21 转向横拉杆接头调整工具	207
22 车轮前束测量仪	208
23 电子车轮定位仪	208

第7章 转向系统

7.1 概述	209
7.2 转向传动机构	212
7.3 转向器	217
7.4 转向操纵机构	225
7.4.1 转向盘	226
7.4.2 转向管柱	227
7.4.3 转向减振器	236

第8章 动力转向系统

8.1 概述	238
8.2 液压助力式转向系统	238
8.2.1 工作原理	238
8.2.2 液压助力式转向装置的类型	239
8.2.3 液压助力式转向系统的主要部件	244
8.3 电子控制动力转向系统	260
8.3.1 流量控制式	260
8.3.2 反力控制式	262
8.3.3 电子控制电动式(EPS)	263
8.4 可变助力转向(VES)系统	264
8.4.1 电子可变节流孔(EVO)	265
8.4.2 双流量电子控制(TFE)	267
8.4.3 速度传感转向(SSS)	268
8.4.4 磁力可变助力转向(MSVA)	269

第9章 四轮转向系统

9.1 概述	271
9.2 四轮转向系统的结构与类型	273
9.2.1 机械式四轮转向系统	273
9.2.2 液压式四轮转向系统	273
9.2.3 电子/液压式四轮转向系统	275
9.2.4 电子控制式四轮转向系统	279
9.3 电子控制式四轮转向系统的维修和故障诊断	283
9.3.1 故障码诊断	284
9.3.2 后轮转向执行器的维修和调整	285

第10章 转向系统的故障诊断与检修

10.1 转向系统的维护	302
10.1.1 动力转向泵皮带张紧度的调整	302
10.1.2 贮油罐液面高度的检查	302
10.1.3 动力转向系统的排气	303
10.1.4 动力转向液压油的更换	304
10.1.5 方向盘转向力的检查	304

10.2 转向系统的拆装、调整与检修	305
10.2.1 机械转向系统的拆装与调整	305
10.2.2 动力转向系统的拆装与调整	325
10.2.3 转向系统拆装与调整举例	349
10.3 转向系统的常见故障诊断与排除	351
10.3.1 机械转向系统常见故障诊断	351
10.3.2 动力转向系统常见故障诊断	356

第 11 章 车轮定位

11.1 车轮定位原理	358
11.1.1 车轮外倾	358
11.1.2 主销后倾	362
11.1.3 转向轴线内倾角	364
11.1.4 车轮前束	366
11.1.5 偏距	367
11.1.6 转向轮侧滑	368
11.2 车轮定位检测设备	370
11.3 车轮定位参数的检测	376
11.4 车轮定位参数的调整	383
11.5 车轮定位检测举例	388

第1章 悬架系统

1.1 概述

1. 悬架系统的功能

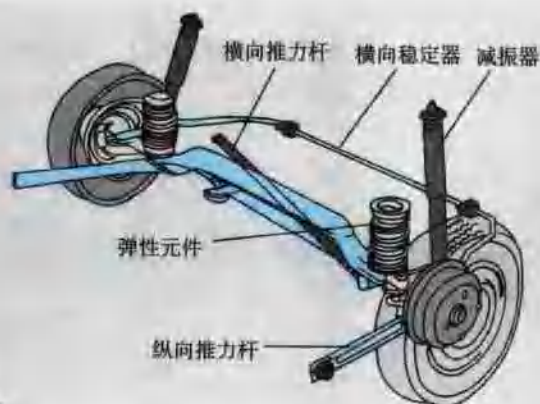
悬架系统是车架(或承载式车身)和车桥(或车轮)之间的传力连接装置的总称,由它连接车身和车轮。悬架系统的主要功能有:

- 与轮胎一起,吸收和减缓汽车行驶中由于路面不平所造成的各种颤动、摇摆和振动,从而保证乘客和货物的安全,并提高驾驶稳定性;
- 将路面与车轮之间摩擦所产生的驱动力和制动力,传递到底盘和车身;
- 支承车身,并使车身与车轮之间保持适当的几何关系。

2. 悬架的组成

现代汽车的悬架系统虽然有不同的结构形式,但一般都是由以下三部分组成(图1-1):

- 弹性元件;
- 减振器;
- 导向机构。



SS010001

图 1-1 汽车悬架系统的组成

它们不但分别起着缓冲、减振和导向的作用，还共同起着传递力的作用。

(1) 弹性元件

弹性元件起缓冲作用，用于抵消路面传来的振动。由于汽车行驶的路面不可能绝对的平坦，路面作用于车轮上的垂直反力往往是冲击性的，特别是在坏路面上高速行驶时，这种冲击将非常明显。当这种冲击力传递到车架和车身上时，不但会加剧汽车机件的磨损，还会使乘客感到不舒服或使汽车上的货物受到损伤。所以，为了缓解冲击，除了采用有弹性的充气轮胎外，悬架系统还装有弹性元件，使车架(或车身)和车桥(或车轮)之间形成弹性连接。

(2) 减振器

减振器起减振作用。由于弹性元件在受到冲击后会产生振动，而持续的振动将使乘客感到不舒服和疲劳，所以悬架系统中设有减振器，用于限制弹簧的自由振荡，使振动迅速衰减(振幅迅速减小)，以提高乘坐舒适性。

(3) 导向机构

导向机构起导向作用，使悬架系统各部件定位。车轮相对于车架和车身跳动时，车轮(特别是转向轮)的运动轨迹应符合一定的要求，否则将影响到汽车的驾驶性能(特别是操纵的稳定性)。悬架系统中的导向机构不但要传递力矩，还要保证车轮按照一定轨迹相对于车架和车身跳动，所以导向机构控制车轮的横向和纵向运动(见图1-1中的横向推力杆和纵向推力杆)。

除了以上三种元件外，在大多数轿车和客车的悬架系统中还设有横向稳定器，其作用是防止车身在转向等情况下发生过大的横向倾斜。

需要指出的是，悬架系统的目的是实现其功能，但并不是每一个悬架系统都必须设置所有上述装置。例如在装有钢板弹簧的汽车上，由于钢板弹簧不但起到缓冲作用，当它在汽车上纵向安置，并且一端与车架作固定铰接时，还可起到传递所有力矩和决定车轮运动轨迹的作用，所以就不必再设置导向机构。此外钢板弹簧本身就有一定的减振能力，所以在对减振要求不高时，这类汽车还可以不装减振器。

3. 悬架重量和非悬架重量

(1) 悬架重量

由悬架系统支承的汽车重量称为悬架重量(图1-2)。如车身、车架、发动机、变速器以及它们的所有元件的重量，都是悬架重量。

(2) 非悬架重量

不由弹簧支承的那些元件的重量称为非悬架重量(图1-2)。如转向节、后桥总成等的重量为非悬架重量。

一般来说，汽车的悬架重量越大，其乘坐舒适性就越好；反之，如果非悬架重量越大，汽车就越容易产生颠簸。

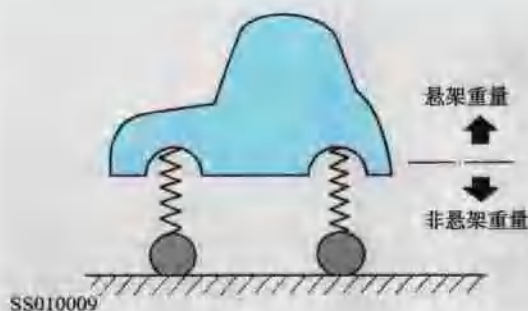


图 1-2 悬架重量和非悬架重量

4. 悬架的分类

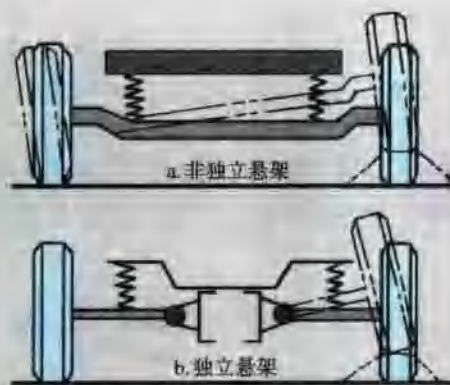
悬架系统根据汽车两侧车轮的运动是否相互关联，可以分为两种形式。

(1) 非独立悬架

如图 1-3a 所示，非独立悬架的结构特点是汽车两侧车轮安装在一根整体式车轴的两端。这种悬架系统当一侧车轮因道路不平而跳动时，会影响另一侧车轮的工作，所以称为非独立悬架，也称为整体悬架或相关悬架。

(2) 独立悬架

如图 1-3b 所示，独立悬架两侧车轮分别安装在断开式的车轴两端，每段车轴和车轮单独通过弹性元件与车架相连。采用这种悬架的汽车，当一侧车轮跳动时，对另一侧车轮不产生影响，因此称为独立悬架。



SS010002

图 1-3 非独立悬架和独立悬架

关于非独立悬架和独立悬架的具体结构和分类在 1.3 和 1.4 中详细讲解。