



汽车修理技师案例培训教程

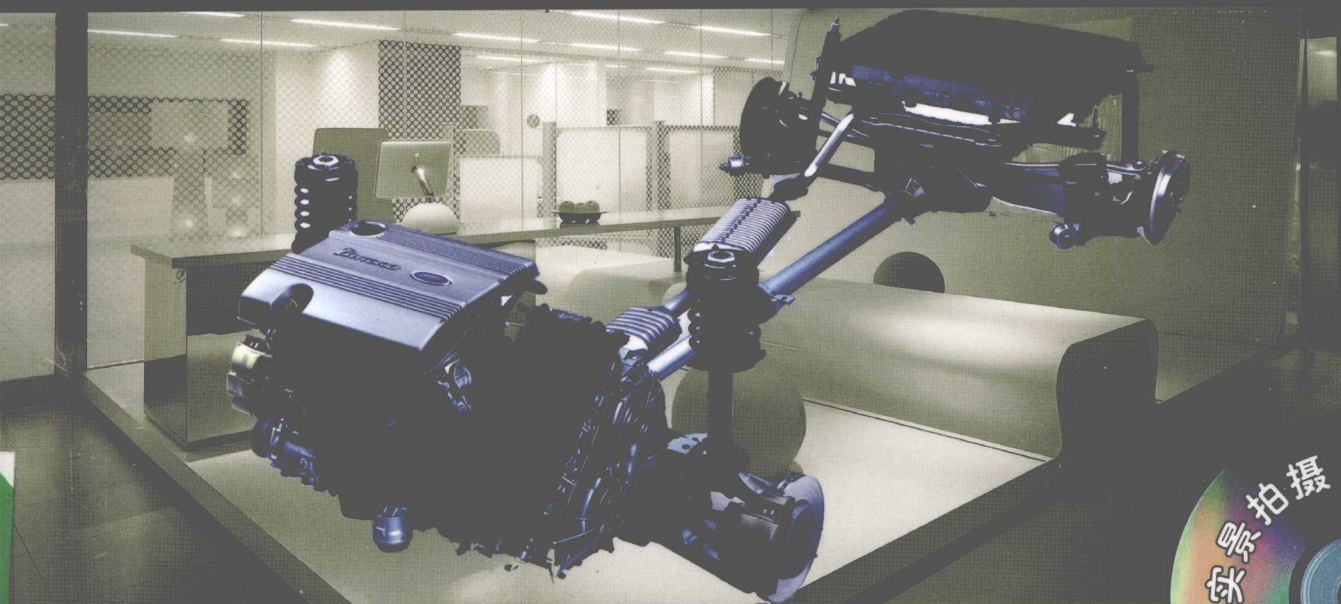
# 轿车底盘 故障诊断与分析

嵇伟 编著

依据

劳动和社会保障部《国家职业标准》  
交通部《维修技术人员从业资格考试大纲》

要求编写



数字拍摄

免费下载电子教案

<http://www.cmpbook.com>

<http://www.cmpedu.com>



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS





汽车修理技师案例培训教程

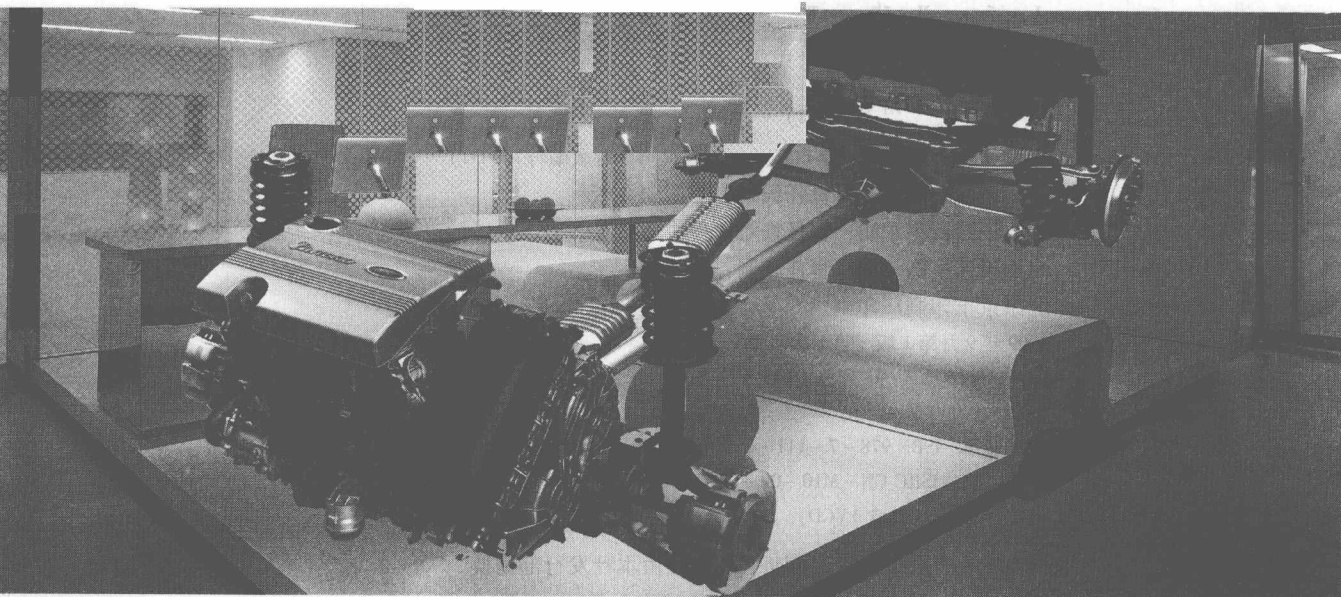
# 轿车底盘 故障诊断与分析

嵇伟 编著

依据

劳动和社会保障部《国家职业标准》  
交通部《维修技术人员从业资格考试大纲》

要求编写



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

本书从典型案例分析入手,结合汽车底盘的构造、原理系统地介绍其常见故障现象及诊断与分析方法,使读者全面地了解和掌握各类故障的诊断方法,并从中学会分析故障的方法,掌握技师和高级技师的基本技能和理论分析能力。在案例解析时,对原理提示、重点提示等做出相应说明,以便于引起读者的注意。

本书配有实际操作演示的VCD光盘,从而帮助读者克服学习的困难,便于其迅速地掌握各部件维修的操作方法及操作技能。本书还配有电子课件,方便教师教学。本书配有思考题和答案,便于读者自学。

本书注重理论与实际相结合,注重实用性,语言通俗易懂,既可作为技师和高级技师的培训教材,又可作为高职高专院校汽车专业应用技术类专业的教材。

## 图书在版编目(CIP)数据

轿车底盘故障诊断与分析/嵇伟编著. —北京:机械工业出版社,2009.9

汽车修理技师案例培训教程

ISBN 978-7-111-27859-7

I. 轿… II. 嵇… III. 轿车-底盘-故障诊断-技术培训-教材 IV. U469.110.7

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第128473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:陈玉芝 责任编辑:王振国

版式设计:霍永明 责任校对:程俊巧

封面设计:鞠杨 责任印制:乔宇

北京京丰印刷厂印刷

2009年9月第1版·第1次印刷

184mm×260mm·18印张·443千字

0 001—4 000册

标准书号:ISBN 978-7-111-27859-7

ISRC CN-M10-09-0046-0/V·T

定价:43.00元(含1VCD)

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010) 68326294

购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010) 88379083

封面无防伪标均为盗版

# 前 言

汽车保有量的大幅度上升、高新技术产品和装置在汽车上的不断引入和普及，与汽车维修行业高素质从业人员不足之间的矛盾显得日益突出，尤其是技师、高级技师层次的技术人才严重缺乏。而在实际的维修活动中，许多汽车维修工知道故障应该怎么修理，但不知道为什么这么修理，其原理是什么？在后来的维修活动中不能做到举一反三。

针对上述情况，我们组织编写了这套汽车修理技师案例培训教程，共分为五本，即：《轿车检测仪器及维修设备使用技术》、《轿车车身电器故障诊断与分析》、《轿车自动变速器故障诊断与分析》、《轿车电喷发动机故障诊断与分析》、《轿车底盘故障诊断与分析》，每本书配有相应的操作演示光盘。

本套丛书在编写时，章前以 10 个典型案例作为导读，从案例分析入手，结合轿车构造和原理系统地介绍电喷发动机、自动变速器、汽车底盘、汽车车身电器系统、汽车各种专用检测仪器及维修设备，使读者全面地了解和掌握汽车各类故障的诊断方法，并从中学会分析故障的方法，掌握技师和高级技师的基本技能和增强理论分析的能力。在进行案例解析时，对原理提示、重点提示等作出相应的说明，以便于引起读者的注意。每章的前面都有本章教学重点作为提示。每章的后面都附有大量的思考题，并配有相应的答案。

之所以将典型案例放在章前，是为了读者遇到问题时便于查找。有此想法是源于一位维修人员连续遇到几起帕萨特轿车行驶正常，但制动熄火的故障。每次换控制阀可排除故障，但控制阀要 13000 元。该维修人员为了对用户高度负责，翻阅了大量的维修手册，却没有找到破解之法。其实此故障排除并不难，拆下控制阀内负责变矩器锁止离合器进入和退出控制的锁止继动阀，用金相砂纸抛光，即可排除故障。除了换油基本不用花费其他费用。为了节约读者查找资料的时间，引言里列举 10 个典型案例的故障现象，如遇到此类故障，便可详细地阅读该章中和所遇故障相关的构造、原理、诊断方法以及故障分析方面的叙述。使读者既能排除故障，还能知其所以然，达到举一反三的目的。

本书主要讲授汽车制动系统、传动系统、行驶系统、转向系统和四轮定位中常见故障及疑难故障的诊断与分析以及综合故障的诊断与分析。重点讲授四轮定位、新型悬架、电控悬架，液压动力转向、电控液压动力转向、电动助力转向、主动转向、四轮转向，各种液压制动控制装置以及 ABS、EBD、BA、EBA、VSC、VSA、ASR、ESP、EDS 的构造、原理和常见故障及疑难故障的诊断与分析。

本书对汽车底盘的各种检测方法，检测的数据，常见故障和疑难故障的原因接合构造、原理作了详尽的阐述，使读者能学会综合运用各种检测手段，对于汽车底盘常见的电控、液压和机械方面的故障进行快速诊断与检测，在详细列举了各种检测方法的基础上，提出各类总成、各种传感器、执行器及机械方面故障最有效、可靠的检测方法，以达到在最短的时间内准确诊断故障的目的。



本书内容精炼、系统全面、深入浅出、通俗易懂、条理清楚，每章都有思考题，使读者既能举一反三、融会贯通，又可以自检对汽车底盘掌握和理解的程度。

本书注重系统性、实用性、涉及内容较深，范围较广，并将大量汽车底盘修理中的典型案例分析和理论探讨相结合，注重理论与实际相结合，注重故障的分析。本书既可作为技师和高级技师的培训教材和车间维修手册，又可作为汽车专业院校应用技术类专业的教材。

本书由嵇伟编著。

编 者

# 目 录

前言		
绪论	1	
一、变速器	1	
二、四轮驱动系统	5	
三、电控悬架系统	6	
四、主动式稳定杆系统和整体式 底盘模块	7	
五、轮胎智能监视系统	8	
六、电控转向系统	8	
七、车轮防滑装置	12	
第一章 常规液压制动系统的结构和 工作原理及常见故障的诊断 与分析	17	
第一节 盘式制动器的结构和工作 原理及常见故障的分析	17	
一、盘式制动器的结构和工作原理	17	
二、盘式制动器和鼓式制动器的 区别	20	
三、制动盘加工时的注意事项	22	
四、装有 EPB 系统的制动盘摩擦片 拆卸和安装时的注意事项	25	
第二节 鼓式制动器的结构和工作 原理及常见故障的诊断与 分析	26	
一、鼓式制动器的结构和工作原理	26	
二、制动鼓加工和使用时的注意事项	29	
三、鼓式制动器常见故障的诊断与 分析	31	
第三节 液压制动控制系统的结构和 工作原理及常见故障的诊断 与分析	31	
一、双腔制动主缸的结构和工作 原理	31	
二、助力装置的结构和工作原理	35	
三、真空助力器的检修	38	
四、液压助力器的检修	39	
五、制动主缸的检修	41	
第四节 常规制动系统疑难故障的 诊断	42	
一、决定制动力矩大小的主要 因素	42	
二、有关制动力矩的认识误区	45	
三、常规制动报警装置	45	
四、制动系统常用名词及其相关故障 对工作的影响	47	
五、制动力矩的检测标准	51	
第五节 典型案例分析	51	
案例 1	51	
案例 2	54	
案例 3	55	
案例 4	57	
案例 5	58	
案例 6	58	
案例 7	59	
案例 8	59	
案例 9	59	
案例 10	60	
思考题	60	
第二章 ABS 的结构和工作原理及常见 故障的诊断与分析	64	
第一节 ABS 的结构和工作原理	64	
一、制动理论	64	
二、ABS 的结构	65	
三、ABS 的工作特性	71	
四、ABS 的控制通道	73	
五、ABS 的辅助传感器和警告装置	77	
六、EBD、VSC、VSA、BA 和 EBA 系统 的工作特性	78	
第二节 ABS 常见故障的诊断与 分析	82	
一、ABS 的检测	82	
二、ABS 制动液的更换	87	

第三节 典型案例分析 .....	89	一、离合器的结构和工作原理 .....	119
案例 1 .....	89	二、离合器装配时的注意事项 .....	126
案例 2 .....	90	第二节 手动变速器的结构和工作	
案例 3 .....	90	原理与检测 .....	127
案例 4 .....	91	一、手动变速器的结构和工作原理 .....	127
案例 5 .....	91	二、同步器装配时的注意事项 .....	131
案例 6 .....	92	第三节 万向传动装置的结构和工作	
案例 7 .....	92	原理及常见故障的诊断与	
案例 8 .....	93	分析 .....	132
案例 9 .....	93	一、万向传动装置的结构和基本	
案例 10 .....	94	要求 .....	132
思考题 .....	94	二、万向节的分类和工作原理及	
第三章 ASR 和 ESP 系统的结构和工作		性能 .....	133
原理及常见故障的诊断与		第四节 驱动桥的结构和工作原理及	
分析 .....	97	常见故障的诊断与分析 .....	139
第一节 ASR 系统 .....	97	一、驱动桥的结构和工作原理 .....	139
一、牵引力控制的作用 .....	97	二、减速器的装配和调整 .....	141
二、ASR 的信号来源 .....	98	三、四轮驱动系统 .....	147
三、ASR 的控制方式 .....	98	第五节 典型案例分析 .....	152
第二节 ESP 系统的结构和工作原理		案例 1 .....	152
及常见故障的诊断与		案例 2 .....	153
分析 .....	101	案例 3 .....	154
一、ESP 系统的主要功能 .....	101	案例 4 .....	154
二、ESP 系统的结构 .....	104	案例 5 .....	155
三、ESP 系统的主要传感器 .....	108	案例 6 .....	155
四、ESP 系统的检测 .....	111	案例 7 .....	155
第三节 典型案例分析 .....	111	案例 8 .....	156
案例 1 .....	111	案例 9 .....	156
案例 2 .....	113	案例 10 .....	156
案例 3 .....	114	思考题 .....	158
案例 4 .....	114	第五章 汽车悬架系统的结构和工作	
案例 5 .....	115	原理及常见故障的诊断与	
案例 6 .....	115	分析 .....	160
案例 7 .....	116	第一节 汽车悬架系统的结构和工作	
案例 8 .....	116	原理及故障诊断 .....	160
案例 9 .....	117	一、汽车前悬架系统的结构和工作	
案例 10 .....	117	原理 .....	160
思考题 .....	118	二、汽车后悬架系统的结构和工作	
第四章 传动系统的结构和工作原理		原理 .....	167
及常见故障的诊断与分析 .....	119	三、汽车悬架摆臂衬套或球头间隙过大	
第一节 离合器的结构和工作原理及		可能导致故障的诊断 .....	170
装配时的注意事项 .....	119		



第二节 导向装置、减振器和轮胎的 结构和工作原理及故障 诊断 .....	171	一、液动力转向系统的结构和 原理 .....	206
一、导向装置的结构和工作原理及 故障诊断 .....	171	二、液动力转向系统的故障诊断 .....	208
二、减振器的结构和工作原理及 故障诊断 .....	174	第四节 电控动力转向系统的结构、 原理和故障诊断 .....	210
三、轮毂轴承保养时的注意事项 .....	178	一、电控动力转向系统的分类和 工作特性 .....	211
四、轮胎的结构特点和使用时的注意 事项 .....	179	二、速敏转向系统的组成和工作 特性 .....	215
第三节 电子控制悬架系统结构和工 作原理及常见故障的诊断与 分析 .....	181	三、电动助力转向系统的组成和 工作特性 .....	217
一、电子控制悬架系统的组成 .....	181	四、主动转向系统的组成和工作 特性 .....	220
二、电控悬架转换的条件和故障 维修 .....	189	五、电动转向系统的检修 .....	221
第四节 典型案例分析 .....	194	第五节 四轮转向系统 .....	222
案例 1 .....	194	一、四轮转向系统的结构和工作 原理 .....	222
案例 2 .....	195	二、四轮转向系统维修时的注意 事项 .....	226
案例 3 .....	195	第六节 典型案例分析 .....	226
案例 4 .....	196	案例 1 .....	226
案例 5 .....	196	案例 2 .....	227
案例 6 .....	197	案例 3 .....	227
案例 7 .....	197	案例 4 .....	228
案例 8 .....	197	案例 5 .....	228
案例 9 .....	198	案例 6 .....	229
案例 10 .....	198	案例 7 .....	229
思考题 .....	198	案例 8 .....	229
第六章 转向系统的结构和工作原理及 常见故障的诊断与分析 .....	201	案例 9 .....	230
第一节 循环球式转向器的结构、 原理和故障诊断 .....	201	案例 10 .....	231
一、循环球式转向器的结构和原理 .....	202	思考题 .....	232
二、循环球式转向器的故障查找方法 .....	202	第七章 四轮定位原理和常见故障的 诊断与分析 .....	235
三、转向系统故障造成转向重的诊断 .....	203	第一节 四轮定位的原理和作用 .....	235
第二节 齿轮齿条式转向器的结构和 原理及故障诊断 .....	204	一、前轮定位的工作原理和作用 .....	235
一、齿轮齿条式转向器的结构和原理 .....	204	二、后轮定位的工作原理和作用 .....	243
二、齿轮齿条式转向器的故障诊断 .....	205	第二节 四轮定位时的注意事项 .....	244
第三节 液动力转向系统的结构和 原理及故障诊断 .....	206	一、四轮定位前的准备工作 .....	244
		二、四轮定位检查的步骤 .....	246
		第三节 四轮定位的调整 .....	247
		一、前轮定位的调整 .....	247
		二、后轮定位的调整 .....	253





第四节 典型案例分析 .....	256	案例 7 .....	259
案例 1 .....	256	案例 8 .....	259
案例 2 .....	256	案例 9 .....	261
案例 3 .....	257	案例 10 .....	262
案例 4 .....	257	思考题 .....	262
案例 5 .....	258	<b>思考题答案</b> .....	265
案例 6 .....	258		

# 绪 论

随着汽车技术的不断发展和进步，越来越多的新技术被应用在汽车底盘上，使车辆行驶的平顺性、可靠性、安全性、经济性和动力性都明显提高。

## 一、变速器

### 1. 自动变速器

自动变速器通过行星齿轮机构传递动力，绝大部分自动变速器的输入轴、中间轴和输出轴都位于同一条轴线上。控制单元根据节气门位置传感器和车速传感器信号，通过变速器内的离合器对行星齿轮机构内相关部件进行连接，制动器对行星齿轮机构内相关部件进行固定，再加上单向离合器对行星齿轮机构相关部件进行单向锁止，共同完成挡位的转换。前一个挡位的退出与后一个挡位的进入同步进行，整个换挡过程不中断动力传递。因此，自动变速器以操作灵活性、换挡平顺性而被车主所喜爱。进入 21 世纪后，大量新型自动变速器相继问世。如丰田汽车有限公司的锐志牌轿车使用的 09D（6 挡手动自动一体）自动变速器，北京奔驰—戴姆勒·克莱斯勒汽车有限公司奔驰使用的 7 挡 722.9 自动变速器。

#### (1) 新型自动变速器的主要优点

1) 使传统的以四速变速器为主，逐步向以六速和七速变速器为主过渡。挡位的增加，使驾驶员在任何条件下都可以选择最佳传动比，从而降低了油耗，提高了平顺性。

2) 在急加速时，722.9 自动变速器运用循环换挡原理进行快速换挡，可以从 7 挡直接降入 5 挡，以适应增加转矩的需要；也可以从 4 挡直接降入 2 挡，以满足快速降速的需要。

3) 与传统的自动变速器都是 2 挡或 3 挡才能进入锁止工况不同，722.9 自动变速器所有 7 个挡都可以进入锁止工况，使汽车起步后就可以进入锁止工况，避免了液力传递转矩时的动力损失，有效降低了输出功率的损失。722.9 自动变速器的剖视图见图 0-1。

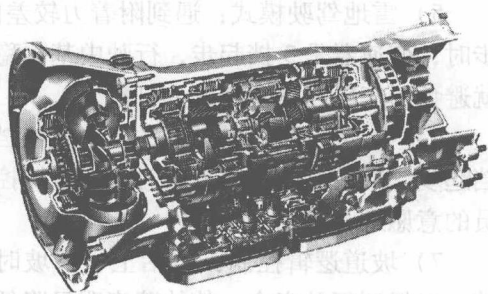


图 0-1 722.9 自动变速器剖视图

新型自动变速器的特点是电控方面更加强大，使容易发生故障的控制阀变得简单，变速器的总重量降低，变速扩展范围增大，效率得到提高。新型自动变速器 D 位和 S 位特有的换挡特性曲线，使变速器和驾驶员的驾驶风格能够很快地得以匹配。换挡速度提高，动态换挡程序进一步改进，换挡质量（平顺性）提高，从而使故障率明显降低。通过主动的中间加速，高速挡换入低速挡的时间缩短，换低速挡的滑移率降低了 50%，从而明显提高了换挡的灵活性。

#### (2) 自动变速器中新的传感器和执行器

1) 主油压电磁阀替代了液压节气门阀，不会再出现因为节气门拉索过紧或过松而导致节气门油压和主油压的不稳定。有效避免了因负责调节节气门阀的真空调节器膜片破裂，导

致变速器油被吸入燃烧室，造成油位降低，每隔一个月就会出现一次没有倒挡的故障。

2) 脉冲式换挡电磁阀替代了液压蓄压器，从而避免了因蓄压器活塞卡滞而出现的严重的换挡冲击；也避免了因蓄压器活塞密封泄漏，而出现的每隔 3000km 就使同一组摩擦片发生一次烧蚀的故障。

3) 输入轴转速传感器和发动机转速传感器相配合，有效地监控液力变矩器的锁止离合器是否打滑。输入轴转速传感器和车速传感器相配合，再参考挡位、负荷等信号，有效地监控各挡的传动比是否正确（变速器内离合器和制动器是否打滑）。通过上述监控措施，可迅速查到导致变速器油温快速上升的具体原因。

4) 主油压传感器和各种工作油压传感器可以有效监控液压控制系统的密封性和工作状况。

(3) 自动变速器的控制模式 多样化的控制模式不仅带来驾驶乐趣，而且使车辆适应性、安全性加强，使用寿命得以延长，并获得明显的节油或动力效果。

1) 经济模式：选择经济模式就选择了节油性能，即以汽车获得最佳燃油经济性为目标来设计换挡规律。

2) 运动模式：选择运动模式就是选择了动力性能，即以汽车获得最大动力性为目标来设计换挡规律。

3) 快放模式：在交通经常出现局部堵塞的市区行驶时，如果使用自动变速器快放模式，驾驶员紧急减速时，自动变速器不会立即升挡，以保持车速稳定和较好的发动机制动性能，避免了变速器内离合器和制动器频繁换挡而导致的早期磨损。

4) 下坡模式：下坡时，当变速器控制系统接收到制动信号时将自动降低至低速挡位，以保证良好的发动机制动效果。

5) 雪地驾驶模式：遇到附着力较差的冰雪路面，设置为雪地驾驶模式，在“D”位起步时，变速器是 3 挡起步，行驶中基本稳定在 3 挡，避免因换挡造成牵引力大于附着力，也就避免了车轮在冰雪路面上打滑。

6) 手动模式增/减挡开关：通过换挡电磁阀进行增减挡控制。湿滑路面可选择 2 挡或 3 挡起步。在较差路面上行驶时，变速器控制单元可根据开关信号和车速信号确定是否按驾驶员的意愿进行换挡。

7) 坡道逻辑控制：包括上、下坡时自动选挡和高速行驶转向时直接从超速挡降到 2 挡，以保证行驶安全，使故障率明显降低。

(4) 自动变速器的缺点 在变速器中只有自动变速器使用液力变矩器。在未进入锁止工况前，变矩器靠液力传递转矩，在油液传递动力的同时，由于油液分子间的摩擦使大量的动力转化为热量白白浪费掉了。而在市区行驶过程中，由于大部分时间车速受到限制，变矩器没有进入锁止工况，这就是自动变速器费油的原因。目前中低挡轿车普遍使用前驱自动变速器，其结构见图 0-2。

## 2. 无级变速器 (CVT)

(1) 无级变速器的组成 无级变速器由电

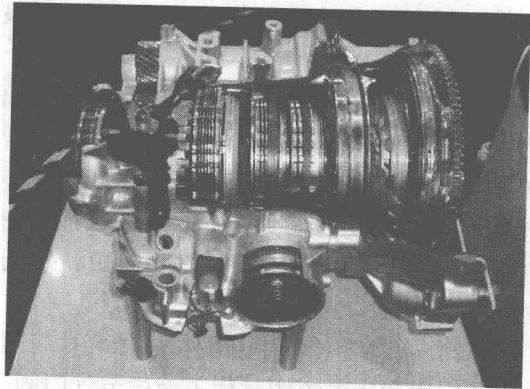


图 0-2 前驱自动变速器剖视图

控系统、液压控制系统、传动装置、速比调节装置和安全缓冲装置等组成。其中，电控系统由传感器、继电器、控制单元和执行器（电磁阀）组成。控制单元和大部分传感器装在变速器内。主阀体通常由螺栓固定在飞轮壳上，控制阀则安装在变速器内控制单元旁边。

### (2) 无级变速器的工作原理

1) 无级变速器前端是行星齿轮机构，由太阳轮、行星齿轮和齿圈组成。其中太阳轮通过内花键和与输入轴相连，齿圈与前进挡离合器相连。有一组前进挡离合器和一组倒挡制动器，无级变速器主动齿轮与中间主动齿轮的啮合与分离是靠起步离合器完成的。



小提示：前进挡时前进挡离合器将行星齿轮机构的太阳轮和行星架连接在一起形成直接挡输出。倒挡时倒挡制动器固定行星架，太阳轮输入齿圈输出形成倒挡输出。无级变速器前进挡和倒挡间的转换由变速器内离合器和制动器完成。

2) 无级变速器有输入轴、主动带轮轴、从动带轮轴以及主传动轴 4 根平行轴。其中输入轴、主动带轮轴和发动机曲轴呈直线布置，无级变速器变速由带轮负责完成。变速器内的带轮是负责速比调节的装置。主动和从动带轮的每个带轮都有一个活动面，一个固定面。控制单元根据传感器和模式开关的信息，通过对带轮活动面施加不同的压力来改变传动比。汽车起步时主动轮工作半径较小，变速器可获得较大的传动比，从而保证汽车有足够的牵引力可克服行驶阻力，保证汽车在低速时有良好的加速性。随着车速的提高，控制单元对带轮活动面（液压缸）施加的压力逐渐加大，主动轮工作半径逐渐减小，从动轮的工作半径逐渐加大，无级变速器的传动比减小，使得汽车能以理想的速度行驶。



小提示：无级变速器的变速是靠控制单元通过电磁阀对带轮活动面施加的压力逐渐加大，使主动轮工作半径逐渐减小，从动轮的工作半径逐渐加大来完成的。

(3) 无级变速器的优点和缺点 无级变速器真正实现无级化，与自动变速器相比有较高的运行效率。同样在市区行驶时，无级变速器要比自动变速器更节油。无级变速器的缺点是由于电器部件和液压控制系统通常需要整体更换，所以维修成本较高。无级变速器的制造难度在传动带上，传动带分为橡胶带、金属带和金属链 3 种，目前世界上只有少数几家公司拥有传动带制造技术。无级变速器的结构见图 0-3。

无级变速器必须使用专用油液，油液液面高度的检测方法和自动变速器相似。

### 3. 双离合器变速器

双离合变速器又称为直接换挡变速器，是大众公司技术，目前除大众车系外还用保时捷和沃尔沃 2.0 轿车上。双离合变速器没有变矩器，也没有离合器踏板，用偶数挡 6 挡，由两组离合器的相互切换完成挡位转换，是一种 3 轴式 6 前进挡传统齿轮变速器。双离合变速器可以使变速器相邻两个挡位的齿轮同时啮合，然后通过两组离合器之间的切换完成换挡。前一个离合器还没有切断时，后一个离合器已经准备好进入，使得变速反应十分灵敏，缩短变速延长时间，实现快速变速。由于换挡过程不用中断动力传递，换挡时间只是手动变速器的 1/2，

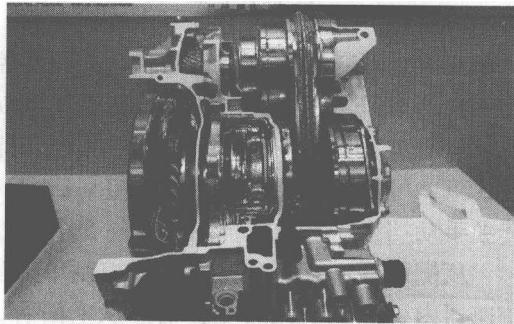


图 0-3 无级变速器的结构

车辆在加速过程中没有动力中断的感觉，换挡的平顺性犹如无级变速器，使车辆加速更加强劲和圆滑，百公里加速时间明显比手动变速器要快。由于这种系统是通过离合器传递动力的，而不是依靠自动变速器中的变矩器，故结构简单，动力传递损失小，油耗较低。

双离合变速器吸收了自动变速器和手动变速器两者的优点。除宝马新 M3 装备了 7 挡双离合变速器外，其余公司均使用偶数挡 6 挡。两组离合器由控制单元根据节气门位置传感器和车速传感器信号加以整理，再由电控液压操作进行相互切换，缩短变速延时，实现快速变速，结构简单，动力传递损失小，油耗较低。换挡过程采用 C1 轴和 C2 轴两个离合器转换，不用中断动力传递，使换挡更为平顺。双离合变速器有两种常见结构，一种是双离合分别装配在 C1 轴和 C2 轴的前端，见图 0-4。变速器 1 挡时 1 号离合器结合，C1 轴开始旋转；2 挡时 2 号离合器结合，C2 轴开始旋转；3 挡时 1 号离合器再次结合，C1 轴开始旋转；4 挡时 2 号离合器结合，C2 轴开始旋转；5 挡时 1 号离合器再次结合，C1 轴开始旋转；6 挡时 2 号离合器结合，C2 轴开始旋转。即离合器 1 负责控制奇数齿轮和倒挡齿轮，离合器 2 负责控制偶数齿轮。大众公司使用的就是这种结构的双离合器变速器。

另一种是双离合装配在 C1 轴和 C2 轴的中间，变速器 1、2、3、4 挡由 C1 轴控制，5、6 挡和倒挡由 C2 轴控制，见图 0-5。

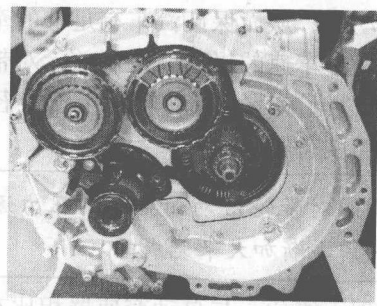


图 0-4 离合器装配在 C1 轴和 C2 轴的前端

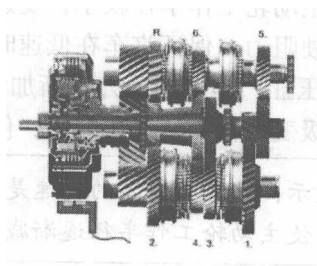


图 0-5 离合器装配在 C1 轴和 C2 轴之间

双离合变速器也有手动和自动两种控制模式，除了变速杆外，转向盘上还配置有手动控制换挡按钮，在行驶中两种控制模式可以随时切换。选择手动模式，换挡逻辑可以根据驾驶员意愿进行控制，如果不做升挡操作，即使将加速踏板踩到底，变速器也不换挡。在手动模式下，可以跳跃降挡。另外，宝马新 M3 装备的 7 挡双离合变速器提供 11 个换挡程序，其中手动挡程序 6 个，自动挡程序 5 个。

从侧面看，双离合变速器控制单元安装在变速器内，好像是无级变速器。从上面看，又像是手动变速器，但和手动变速器不同的是换挡机构分装在两根平行轴上，而且没有离合器踏板。从前面看，装有两组离合器，又像是自动变速器，但没有变矩器，见图 0-6。

双离合变速器吸收了自动变速器和手动变速器两者的优点，在换挡过程中没有明显的动力损失，加速性能明显好于其他变速器，还能显著

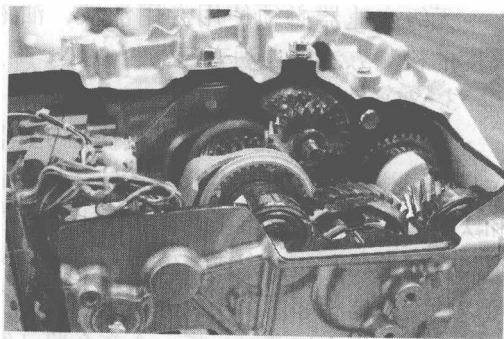


图 0-6 双离合变速器俯视图

降低油耗。双离合变速器传递动力的方式是机械的齿轮传递,和自动变速器相比没有液压传递的摩擦损失,所以其换挡平顺性和节油两个方面都居于各类变速器之首,是目前最理想的变速器。以迈腾为例,百公里油耗只有6L,百公里加速时间明显短于其他各类变速器。

双离合变速器的缺点是由于电器部件和液压控制系统通常需要整体更换,所以维修成本较高。

## 二、四轮驱动系统

四轮驱动系统的机械部分主要由变速器、分动器(锁止差速器或可变锁止差速器)、前后传动轴及前后差速器等组成。电控部分主要由制动控制单元、中间差速器锁止按钮、驻车及空挡位置开关、4WD控制单元和分动器电控执行器等组成。



小提示:新型的四轮全时驱动挡位既能适应干燥、坚硬的路面,又能适应湿滑或冰雪覆盖的路面,还能保持车辆原有的舒适性。

四轮驱动系统可以提供极为快捷、迅速、精确的响应,确保前后轮之间实行无级调节。通过带有电子控制的多片离合器的分动器可以将发动机的动力精确地提供给动力使用效率最高的车轮,保证在复杂的地形上获得最大牵引力,而且还可以及时抵消任何转向过度或转向不足的趋势,使车辆保持稳定的行驶状态。

### 1. 分动器

分动器通常安装在变速器的后部,是四轮驱动系统的中枢。全时四驱动力由变速器传递给分动器,分动器再分别同时向前、后桥传送。在标准运行模式下,前、后桥之间没有滑差,差速器将转矩以50:50的比例分配到前、后桥上,操控性好,抓地性好,动感较强,提高了安全保障。分时四驱为了保护自动变速器,与减速器结合时会限制最高车速80km/h。分动器的结构见图0-7。

驾驶员可通过选择开关进行自动或手动控制差速器锁止模式的选择。处于自动控制状态时,控制单元根据汽车制动状态、发动机运行状态、变速器挡位状态等信号对分动器内的差速器进行锁止控制。在进入恶劣路面前应提早锁死防滑差速器,以使车辆驶入恶劣路面时能获得更好的越野性能。但是在车辆驶入良好路面时,必须解除差速器的锁死,否则前后轴间会产生运动干涉,造成转向困难、传动系统振动,增加机件磨损和油耗。

### 2. 防滑差速器

防滑差速器按作用划分,可分为轮间防滑差速器和轴间防滑差速器两种,见图0-8。

对于传统的锥齿轮差速器,无论是轮间差速器还是轴间差速器,由于行星齿轮在吸收转速差时自转而产生的内摩擦力很小,如果不对其进行

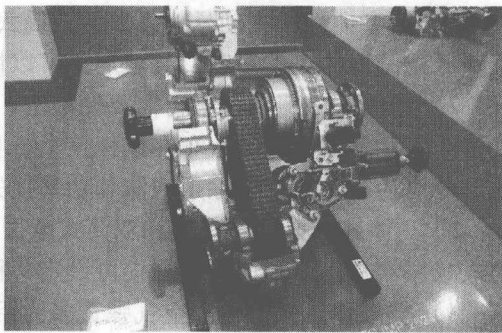


图0-7 分动器的结构

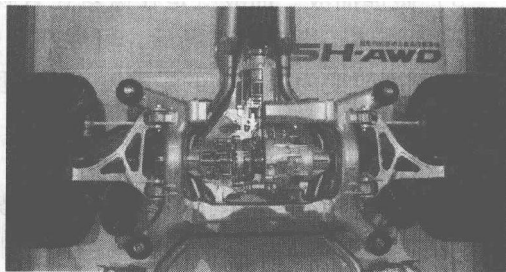


图0-8 轮间防滑差速器和轴间防滑差速器

限制或锁止，只要一侧驱动轮因驱动力大于附着力而打滑，另一侧驱动轮也会被限制，使其和打滑一侧驱动轮的驱动力相等，导致其驱动力过小而无法旋转。现代最新款的 SUV 通常采用全时驱动方式，布置 3 个差速器，前、后轮间差速器采用普通锥齿轮差速器，无差速限制和锁止装置，驱动轮打滑靠 ASR/VSC 系统以制动方式来限制。轴间差速器采用防滑差速器。防滑差速器的结构由多片离合器组成，负责控制各个车轮间转矩的连续变化，需要连接时，多片离合器可通过速度很快的伺服电动机压紧。

(1) 驱动桥上的轮间防滑差速器 轮间防滑差速器可以在一侧驱动轮打滑时将两侧驱动轮刚性地连接在一起，以增加车辆的越野能力。防滑差速器从结构上分，可分为摩擦片式防滑差速器和黏性联轴器结构差速器两种。

(2) 轴间防滑差速器 装在变速器后端，负责分配前后桥间的驱动力矩，当前桥或后桥车轮打滑时，增大没有打滑车桥的驱动力，使其在坏路和转弯时也具有有良好的驾驶性能的防滑差速器叫轴间防滑差速器。轴间防滑差速器见图 0-9。

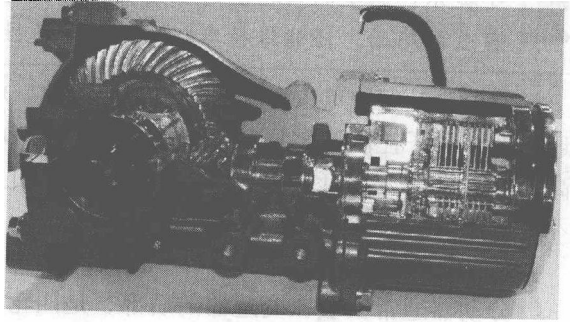


图 0-9 轴间防滑差速器

### 三、电控悬架系统

#### 1. 电控悬架减振器的类型与特点

电控悬架系统的减振器除承受车身重量，控制车身高度外，还同时承担了减振器的减振作用和弹性元件的缓冲作用。电控悬架系统常见的减振器类型有以下 5 种。

1) 新型惯性式主动悬架系统的双筒式减振器。在外面管筒内装有额外的工作油液，用于降低减振器的工作温度，其阻尼比可以快速的在硬性 & 软性间切换。

2) 单筒式减振器。不再需要储液缸，在液压柱和高压气体之间有薄形分离活塞，高压气体为惰性气体氮气。汽车在搓板路上行驶时，减振器油缸腔内的高压气体会进一步压缩，薄形分离活塞的设计消除了泡沫和功率损失的发生。

3) 3 筒式减振器。单筒和双筒式减振器只有 4 种阻尼比（硬、正常、软和舒适），而 3 筒式减振器在压缩和伸张行程中可设定 9 种阻尼比。

4) 空气弹簧减振器。空气弹簧多为铝合金壳体，内侧装有惰性气体氮气。空气弹簧缓冲和减振效果均好于液压式减振器。空气弹簧压缩行程较大，可根据路况、车速在 15 ~ 20ms 内自动完成调节车身高度和硬度。

5) 磁性油液。油液就是在碳氢化合物合成油液中悬浮有微小粒子的液体。当施加磁场后，可以在 0.5 ~ 1.0ms 内从矿物质油液黏稠度改变为果冻状的黏稠度，提供反应迅速、减振性能强大的阻尼力控制。

#### 2. 电控悬架的主要传感器及其作用

普通的电控空气悬架可调整出 4 种悬架高度，悬架硬度随高度变化，悬架越高悬架硬度也就越高。根据其硬度（阻尼比）变化，大部分空气悬架有硬、正常、软和舒适 4 种形式。电控空气悬架的结构见图 0-10。

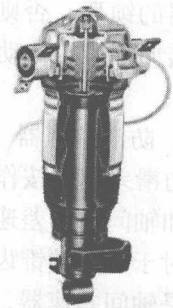


图 0-10 电控空气悬架结构

1) 4个空气悬架上端装配有车身高度、硬度传感器,当车身高度和硬度升到或降到控制单元设定的标准时,电控悬架停止工作。

2) 车身下方4个角上(车轮内测)各有1个垂直高度加速度传感器,负责根据路况调整减振器的高度和阻尼力。若该传感器短路或断路,车身高度会降到最低点,以提醒驾驶员注意。

3) 装在变速器输出轴上的车速传感器,负责根据车速控制车身高度和减振器的阻尼力,使其在高速时形成抓地效果。

4) 装在制动主缸下方的制动压力开关,负责高速制动时增加后悬架的阻尼力,避免重心前移。

5) 装在转向柱上的转向角度传感器,负责高速行驶中转向时增加外侧悬架的阻尼力,避免车身侧倾。

6) 装在节气门上的节气门位置传感器,负责报告发动机负荷信息。

7) 装在压缩机上的温度传感器,在压缩机上温度达到 $130^{\circ}\text{C}$ 时,临时中断压缩机的工作。

8) 装配在车门上的车门开关,打开车门时电控悬架停止工作,车身保持正常高度。电动空气悬架系统见图0-11。

9) 在起步和急加速时可有效抑制驾驶员和乘客后仰。

10) 行驶中驾驶员可根据需要通过选择开关直接选择悬架的硬度和高度,即高位、舒适、自动、动态4种工作模式,见图0-12。

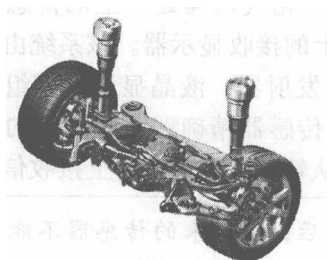


图0-11 电动空气悬架系统

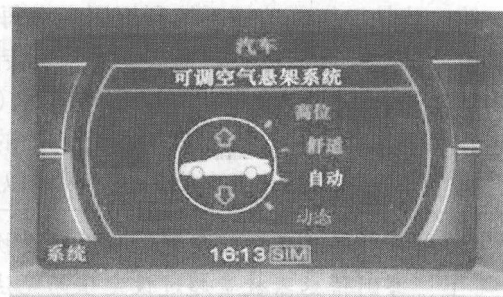


图0-12 电动空气悬架手动调节模式

#### 四、主动式稳定杆系统和整体式底盘模块

##### 1. 主动式稳定杆系统

主动式稳定杆系统替代了传统的弹簧钢横向稳定杆,布置在前后桥的前端,比机械的横向稳定杆更加优化了调节和稳定效率。通过一个连接伺服泵单体回转执行器,可提供单通道或双通道的主动转向控制,有效地防止车辆高速转弯时在路面凹凸不平情况下发生侧倾振动或侧翻,在路面凹凸不平情况下仍然能保持车身的水平状态。主动式稳定杆系统见图0-13。

主动式稳定杆系统由前稳定杆、稳定杆控制缸、稳定杆控制适配器、稳定杆控制阀总成、后稳定杆以及稳定杆控制缸组成。

当车辆高速转弯时存在侧倾振动或侧翻倾向时,前稳定杆控制缸的液压和后稳定杆控制缸的

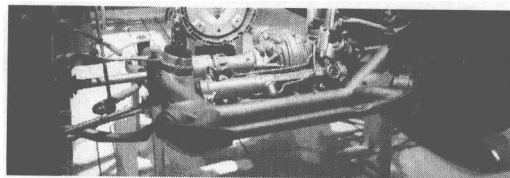


图0-13 主动式稳定杆系统



液压相互冲突，因此所有控制缸固定，每个主动式稳定杆系统和传统的横向稳定杆一样被扭转，将两侧弹性元件被单独举升时的不等压缩变成等量压缩，使车辆在高速转弯时也不会发生侧倾振动和侧翻，可以平行完成转向。

在路面凹凸不平情况下，当某个车轮被单独举升时，前、后稳定杆控制缸将向相反方向运动，因而没有液压冲突，主动式稳定杆系统没有被扭转，车身仍然保持水平状态。而机械的横向稳定杆虽然可以减少车辆转弯时发生侧倾振动和侧向倾斜，但在某个车轮被单独举升时，无法让车身仍然保持水平状态。

## 2. 整体式底盘模块

整体式前后悬架底盘模块适用于普通轿车和越野车，将全部部件集成后对底盘总体功能提供保证。

## 五、轮胎智能监视系统

### 1. 第一代轮胎智能监视系统

第一代轮胎智能监视系统主要由电子制动控制模块、电子制动牵引力控制模块、轮速传感器、车身控制模块、轮胎压力过低警告灯、数据诊断插头、复位开关和线束组成。当某一个轮胎气压过高或不足时，相应的轮胎直径就会变大或变小，车轮的转速将随之发生变化。第一代的轮胎智能监视系统正是利用轮速传感器通过检测车轮转速的变化来间接发现轮胎的气压是否正常的。

### 2. 第二代轮胎智能监视系统

第二代轮胎智能监视系统利用固定在每个车轮轮辋（轮气门嘴处）上的传感器精确地测量轮胎的气压和温度，并通过无线系统传输到仪表台上的接收显示器。该系统由安装在轮胎内的压力和温度传感器、信号处理单元（MCU）、RF 发射器、液晶显示器等组成。利用固定在每个车轮轮辋（轮胎气门嘴处）上的压力和温度传感器精确地测量轮胎的气压和温度，每个车轮罩内都装有高频天线，天线以无线电形式从轮胎压力传感器上接收信号。



**小提示：**第二代轮胎智能监视系统更换胎压传感器后，换下来的传感器不能放置在车上，否则传感器数量超过设定值而无法完成自学习，系统就会报警。

第二代轮胎智能监视系统的组成见图 0-14。

轮胎智能监视系统更换气门芯和气门盖必须使用原厂最初配置的型号。在发生以下情况时，需要对轮胎压力警告系统进行重新设定。

- 1) 当更换轮胎、轮胎换位或重新充气后。
- 2) 更换轮胎压力监视系统传感器、更换接收器天线、更换轮胎压力监视系统控制单元。
- 3) 车辆蓄电池电压不足时需要对其进行初始化。

轮胎压力警告系统重新设定的方法：停车时，将点火开关转至 ON 位置，按住轮胎压力警告开关 3s 或更长时间，即可完成重新设定。

## 六、电控转向系统

### 1. 电控液压助力转向

电控液压助力转向又叫速敏转向系统，是在液压转向

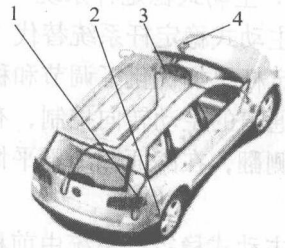


图 0-14 第二代轮胎智能监视系统的组成

1—接收天线 2—轮胎气门嘴 3—组合处理器 4—轮胎压力监控控制单元