

汽车维修 职业/技术/基础/教材

The sunroof closes if there is an imminent risk of a roll-over.

汽车底盘 构造与检修

QICHE DIPAN GOUZAO YU JIANXIU

The driver and front passenger seat belts



○ 沈锦 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

汽车维修职业技术基础教材

汽车底盘构造与检修

沈 锦 主编
胡光辉 主审



机械工业出版社

本书是汽车维修职业技术基础教材丛书之一。在理论与实用并重原则的基础上,书中详细介绍了汽车维修技术人员所必需的现代汽车底盘及各总成的结构、工作原理、检修、调试、故障诊断与排除等知识,并重点讲述了自动变速器、电子控制悬架、电子控制四轮驱动与四轮转向、巡航控制系统、汽车防滑(ABS/ASR)控制系统的结构、检修和故障诊断。书中还对电控制动力分配调节装置(EBD)、电控行驶平稳系统(ESP)、电控液压制动系统(EHB)、电控制动系统(EBS)、全电路制动系统(BBW)等汽车新技术进行了必要的讲解。

本书是汽车维修职业技术基础教材,可作为技能型高级汽车维修技术人员、维修工人的学习参考书与工具书,也可作为大、中专汽车工程专业学生的学习参考书。

图书在版编目(CIP)数据

汽车底盘构造与检修/沈锦主编. —北京:机械工业出版社, 2006. 12

汽车维修职业技术基础教材

ISBN 978-7-111-20545-6

I. 汽... II. 沈... III. ①汽车—底盘—结构—技术培训—教材②汽车—底盘—车辆修理—技术培训—教材 IV. U472.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 152176 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:连景岩 版式设计:冉晓华

责任校对:刘志文 封面设计:王伟光 责任印制:李 妍

北京铭成印刷有限公司印刷

2007 年 2 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 26 印张 · 640 千字

0001—4000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-20545-6

定价:45.00 元

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)88379771

封面无防伪标均为盗版

丛 书 序

随着我国经济发展不断融入全球化的进程和国民收入的提高，国内汽车市场得到迅速发展，汽车的数量和普及率迅速提高，汽车在国民经济和家庭生活中的作用越来越大，与之配套的汽车后市场需要更多的从事汽车维护和修理、汽车市场营销、汽车配件采购及销售的专业人才。

根据统计，我国现有汽车维修企业 30 多万家，并逐步形成了门类齐全、品种多样、分布广泛、服务方便、能够满足不同消费层次需求的汽车维修市场体系。汽车维修行业现有从业人员近 300 万人，并以每年 10% 左右的速度增长。但是与市场需求相比，从业人员的素质并不令人满意。在汽车维修从业人员中，接受过中等职业教育的不多，接受过高等教育的就更少。汽车维修行业从业人员专业技术素质偏低，已成为制约汽车维修业健康、持续发展的主要“瓶颈”。

为了适应汽车行业对人才培养的需求，努力提高高职院校培养汽车维修行业人员的理论水平，根据教育部新世纪教改工程汽车专业试点实施计划及教育部“精品专业”建设工程的要求，我们组织编写了这套内容实用、使用方便的教学用书。参加本套丛书编写的作者既有在企业从事汽车维修工作的实践经验，又有在高等职业院校从事教学工作的经历，编写人员对汽车运用技术专业课程的改革都有一个共同的认识，即要以实用、精练为出发点，集科学性、先进性、系统性于一身，要紧密联系实际。遵照这个原则，全体编写人员在编写过程中，既总结了自己的教学经验，又结合实际工作，并吸收先进技术，希望将这一套书编成实用、系统、科学的教学用书，能为高等职业院校师生、广大工程技术人员所欢迎，并对业内经营管理人员系统地了解当前汽车维护、维修知识及其发展方向有所帮助。

湖南交通职业技术学院党委书记

教授
博士



前 言

21世纪以来,我国汽车保有量急剧上升,特别是私家车数量急速膨胀,极大地拉动了汽车售后服务市场的发展。汽车维修市场的进一步扩大,使修理人才供不应求。新结构、新工艺、新材料、新技术在现代轿车上的广泛应用,也对汽车维修从业人员提出了更高的要求。教育部已将汽车运用与维修专业领域人员列为当前四大技能型紧缺人才之一。为适应并推动高等职业教育的发展,使培养出来的汽车高级技术人员尽快掌握现代汽车的结构特点和维修技术,故编写了本教材。

现代汽车种类繁多,本书以一般与典型相结合的方式,本着理论与实用并重的原则,对技能型高级汽车维修技术人员所必需的现代汽车底盘及各总成的结构、工作原理、检修、调试、故障诊断与排除等知识进行了系统的介绍,并将自动变速器、电子控制悬架、电子控制四轮驱动与四轮转向、巡航控制系统、汽车防滑(ABS/ASR)控制系统的结构、检修和故障诊断等知识编入其中。对电控制动力分配调节装置(EBD)、电控行驶平稳系统(ESP)、电控液压制动系统(EHB)、电控制动系统(EBS)、全电路制动系统(BBW)等汽车新技术作了简略介绍。

本教材由湖南交通职业技术学院承担编写,由沈锦主编,并具体编写了第5章、第6章、第7章、第8章、第17章;王铁强编写了第1章、第2章、第3章、第4章;谭理刚编写了第9章、第10章、第11章、第12章、第13章;马才伏编写了第14章、第15章、第16章。由胡光辉主审。

由于编者水平有限,定有不足之处,敬请读者和业内专家给予批评指正。

为方便教学,本套丛书专门配备了 PowerPoint(PPT)形式的配套教学课件,可供广大教师选用。在<http://www.cmpbook.com>和<http://www.golden-book.com/downfile/index.asp>任一网址,直接输入书名即可下载;或与机械工业出版社联系,编辑热线:010-88379772、010-88379735。

编 者

目 录

前言		1.2 汽车底盘的组成	3
第1章 绪论	1	本章小结	4
1.1 国内外汽车底盘技术的发展状况	2	习题	4
第一部分 汽车传动系			
第2章 传动系概述	6	5.3 齿轮变速传动装置	93
2.1 传动系的作用及组成	7	5.4 自动变速器控制系统	103
2.2 汽车驱动形式与传动系统布置	8	5.5 自动变速器的故障诊断与检修	120
2.3 实训	10	5.6 实训	142
本章小结	11	本章小结	148
习题	11	习题	149
第3章 离合器	12	第6章 万向传动装置	150
3.1 概述	13	6.1 概述	151
3.2 摩擦式离合器的构造	15	6.2 万向节	151
3.3 离合器的操纵机构	26	6.3 传动轴与中间支承	156
3.4 离合器的故障诊断与检修	33	6.4 万向传动装置的故障诊断与检修	157
3.5 实训	41	6.5 实训	160
本章小结	43	本章小结	163
习题	43	习题	164
第4章 手动变速器	45	第7章 驱动桥	165
4.1 概述	46	7.1 概述	166
4.2 手动变速器的变速传动机构	48	7.2 主减速器	167
4.3 同步器	57	7.3 差速器	173
4.4 变速器的操纵机构	63	7.4 半轴与桥壳	179
4.5 变速器的故障诊断与检修	70	7.5 驱动桥的故障诊断与检修	182
4.6 实训	77	7.6 实训	189
本章小结	82	本章小结	193
习题	83	习题	194
第5章 自动变速器	85	第8章 四轮驱动/全轮驱动系统	195
5.1 概述	86		
5.2 液力变矩器	87		



8.1 四轮驱动系统	196	9.2 巡航控制系统的基本 结构组成	206
8.2 全轮驱动系统	200	9.3 巡航控制系统的使用	209
8.3 电子控制的四轮驱动/ 全轮驱动系统	201	9.4 巡航控制系统的常见 故障与检修	210
8.4 实训	202	9.5 实训	214
本章小结	203	本章小结	215
习题	203	习题	215
第9章 汽车巡航控制系统	204		
9.1 概述	205		

第二部分 汽车行驶系

第10章 汽车行驶系概述	218	故障与检修	244
10.1 汽车行驶系的组成和功用	219	12.4 实训	249
10.2 行驶系受力简析	219	本章小结	250
本章小结	220	习题	251
习题	221	第13章 悬架	252
第11章 车架与车桥	222	13.1 概述	253
11.1 车架	223	13.2 弹性元件	254
11.2 车桥	227	13.3 减振器	257
11.3 实训	236	13.4 非独立悬架与独立悬架	260
本章小结	237	13.5 电子控制悬架系统	267
习题	237	13.6 悬架系统的故障 诊断与检修	271
第12章 车轮与轮胎	238	13.7 实训	278
12.1 车轮	239	本章小结	282
12.2 轮胎	241	习题	283
12.3 车轮与轮胎的常见			

第三部分 汽车转向系

第14章 汽车转向系	286	14.6 电子控制动力转向系统及四轮 转向系统	305
14.1 概述	287	14.7 转向系的故障诊断与检修	310
14.2 转向器	290	14.8 实训	316
14.3 转向操纵机构	291	本章小结	325
14.4 转向传动机构	295	习题	325
14.5 动力转向装置	298		

第四部分 汽车制动系

第15章 汽车制动系	328	15.3 驻车制动器	338
15.1 概述	329	15.4 制动传动装置	340
15.2 车轮制动器	331	15.5 制动力分配调节装置	352



15.6 制动系的故障诊断与检修·····	355	诊断与检修·····	389
15.7 实训·····	362	16.6 电控行驶平稳系统·····	394
本章小结·····	370	16.7 实训·····	395
习题·····	370	本章小结·····	397
第16章 汽车防滑控制系统 ·····	372	习题·····	397
16.1 概述·····	373	第17章 电子伺服制动系统简介 ·····	399
16.2 防滑控制系统的组成与 工作原理·····	375	17.1 概述·····	400
16.3 防滑控制系统主要元件的 结构及工作原理·····	381	17.2 电子伺服制动系统的基本 工作原理·····	400
16.4 电控制动力分配调节装置·····	389	本章小结·····	404
16.5 防滑控制系统的故障自 诊断与检修·····	389	习题·····	404
		参考文献 ·····	405

第

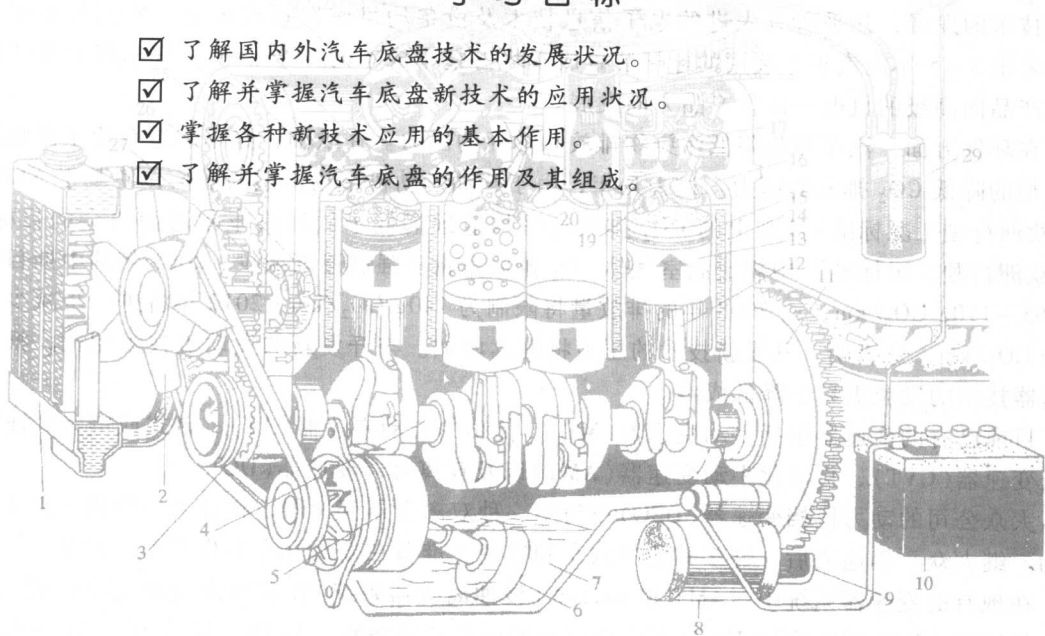
1

章

绪 论

学习目标

- ☑ 了解国内外汽车底盘技术的发展状况。
- ☑ 了解并掌握汽车底盘新技术的应用状况。
- ☑ 掌握各种新技术应用的基本作用。
- ☑ 了解并掌握汽车底盘的作用及其组成。





1.1 国内外汽车底盘技术的发展状况

重点掌握

- 汽车底盘的发展方向是什么？
- 汽车底盘在安全性、舒适性、环保等方面有哪些发展？

汽车作为最重要的现代化交通运输工具，是科学技术发展水平的标志。汽车工业是资金密集、技术密集、人才密集、综合性强、经济效益高的产业，世界上的各工业发达国家几乎都把它作为国民经济的支柱产业。现代汽车上采用了大量的新材料、新工艺和新结构，特别是现代化的微电子控制技术在汽车上的应用，大大地提高了汽车的性能。从汽车诞生至今，其已由最初的代步工具发生了质的变化。

20世纪50年代，汽车设计主要是考虑人体工程学和汽车外观。

60年代，随着汽车保有量和汽车行驶速度的增加，交通事故频发成了比较严重的社会问题。为了防止交通事故的发生，除制定新的交通法规加以限制外，还改造了制动装置并添加了许多安全装置。

70年代，能源危机和环境保护是汽车业面临的重大问题。汽车设计强调轻量化、低油耗以及如何在底盘方面减少行驶阻力，此时的汽车控制系统以机械控制系统或液压控制系统为主。80年代，随着电子技术的发展，电子控制成为汽车上的主要控制形式。

进入21世纪，汽车设计主要解决的问题仍然是环保和安全问题。电子技术的发展，为汽车向电子化、智能化、网络化的方向发展创造了条件。机械系统的发展空间已经非常有限，只有引进电子技术，汽车的安全、舒适、环保等指标才能得到进一步的提高。随着电子信息技术的发展，几乎所有先进的电子信息技术及设备均可应用在汽车上。据国外专家预测，未来3~5年内汽车上装用的电子装置成本将占整车成本的25%以上，汽车将由单纯的机械产品向高级的机电一体化产品方向发展。

在环保方面，汽车面临降低污染物排放和油耗的压力。在欧洲，汽车制造企业正面临逐年增加的降低CO₂排放的压力。过去几年，由于柴油发动机市场份额的增长，使基于NEDC（新欧洲行驶工况标准）基础上的CO₂排放的平均值远远低于欧洲汽车制造商协会的目标。“新欧洲行驶工况标准”中规定温室气体CO₂排放量将被强制逐渐减少，2003年的中期目标是165~170g CO₂/km，而2008年的排放量将限制为140g CO₂/km，2012年将进一步减少为120g CO₂/km。这表明，开发新技术的压力将继续增加。与开发新的发动机技术相比，推动变速器技术的发展更易于降低成本。

目前已有的变速器包括手动变速器(MT)、传统的自动变速器(AT)、带式或链条式驱动无级变速器(CVT)、自动化手动变速器(AMT)以及双离合变速器(DCT)。

大众公司的动力换挡变速器(DSG)作为第一种双离合变速器，在市场上取得了巨大的成功。继大众、奥迪之后，许多其他的汽车制造商正准备在今后几年推出类似的产品。

在现有的变速器系统中，AMT和DCT-W（浸油离合器系统）在新欧洲行驶工况标准范围内，低速时AT和CVT则比MT显示出更明显的低燃料经济性。与DCT-W相比，AT的低效率与相应速比的柔性化的特点造成了燃料消耗大和驾驶性能的不足。将液力变矩器更换为湿式离合器的AT(AT-W)、使用浸油双离合器的DCT(DCT-W)，可以使油耗进一步降低。恢



复、起步—停车步骤、内燃机缩小化等方法,可使中档轿车实现新欧洲行驶工况标准所要求的每公里 CO_2 排放小于 100g 。

无级变速器(CVT)的速比的柔性化大于副轴式变速器(MT、AMT、DCT),但这种变速器内部能量损失过大。AMT和DCT可以通过软件来起动,因而不需要适配器。与AT和CVT相比,发动机不存在转速(约 $7000\text{r}/\text{min}$)的限制,甚至可以超过 $9000\text{r}/\text{min}$ 。

从舒适性角度来说,CVT、AT6/7以及DCT-W处于领先位置;在成本上,CVT和MT则分别标志着较高成本和较低成本,为将来的降低成本提供了多种可能;从技术角度来说,DCT可以被认为是AMT的发展方向。

由于未来混合动力市场份额的不确定性,对已有变速器技术的联合使用将十分重要。AMT和DCT为混合动力驱动的配置构建了一个绝佳的平台。柔性模块整合混合动力(FMH中级或全混合)综合了混合体系的灵活性和AMT、DCT的速比柔和性,以及最佳的传动效率等优点。与AT和CVT相比,加入电动机的投入相应较小。

在汽车安全性方面,主动安全系统——汽车制动防抱死系统(ABS)为汽车提供可靠的制动。驱动防滑系统(ASR)保障了汽车行驶的方向稳定性,并尽可能利用车轮-路面间的纵向附着能力,提供最大的驱动力。电控车辆稳定行驶系统(ESP)和制动助力器(BA)安全系统的新功能更使汽车驾驶安全系数大幅度地提高。轮胎气压监测系统则为驾驶员提供可靠的行驶稳定性和安全性保障。

在汽车舒适性方面,以下的系统则给驾驶员带来轻松的驾驶和乐趣。

巡航控制(Cruise Control)系统是能让驾驶员无需操作加速踏板就能保证汽车以某一固定的预选车速行驶的控制系統。当汽车在高速公路上长时间行驶时,一打开巡航控制开关,系统就能够根据道路行驶阻力的变化,自动地增减发动机节气门的开度,使汽车保持一定的行驶速度,从而给驾驶带来了很大的方便,同时也可以得到较好的燃油经济性。

动力转向系统是应用一种伺服助力机构进行动力放大,来减轻汽车转向时的操纵力。综合电子控制动力转向系统可以允许驾驶员选择自己最舒适的转向操纵力。

四轮转向(4WS——four wheel steering)系统是基于一个安装在后悬架上的后轮转向机构来完成四轮转向的。它能够使驾驶员在操纵转向盘时转动汽车的前后四个车轮,不仅提高了高速时的稳定性和可控性,而且提高了低速时的机动性。

目前有些新型轿车配备有便于使用的电动驻车制动器。驾驶员只需按下仪表板上的按钮,即可激活驻车制动器。在驾驶员挂档并起步时,电动驻车制动器自动松开,使驾驶操纵轻便、舒适。

可见,综合运用液力机械传动、电子控制技术与网络技术是现代汽车底盘的发展方向。

1.2 汽车底盘的组成

重点掌握

- 什么是汽车底盘?
- 汽车底盘主要由哪几部分组成,其各自的主要作用是什么?

汽车底盘是支承、安装汽车发动机及各部件、总成,形成汽车的整体结构,并接受发动机的动力,使汽车产生运动并按驾驶员的操控而正常行驶的部件。汽车底盘由传动系、行驶系、转向系和制动系四部分组成。

1. 传动系

汽车发动机与驱动轮之间的动力传递装置称为汽车



的传动系。它应保证汽车具有在各种行驶条件下所必需的牵引力、车速，以及保证牵引力与车速之间协调变化等功能，使汽车有良好的动力性和燃油经济性；还应保证汽车能倒车，以及左、右驱动车轮能适应差速要求，并使动力传递能根据需要而平稳地接合或彻底、迅速地分离。传动系包括离合器、变速器、传动轴、主减速器、差速器及半轴等部分。

2. 行驶系

汽车行驶系的功用是接受发动机经传动系传来的转矩，并通过驱动轮与路面间的附着作用，产生路面对汽车的牵引力，以保证整车正常行驶。此外，行驶系应尽可能缓和凹凸不平路面对车身造成的冲击和振动，保证汽车的行驶平顺性，并且与汽车转向系很好地配合工作，实现汽车行驶方向的正确控制，以保证汽车操纵稳定性。行驶系包括车架、车桥、悬架和车轮等部分。

3. 转向系

汽车转向系是用来保持或改变汽车行驶方向的机构。在汽车转向行驶时，转向系还要保证各转向轮之间有协调的转角关系。驾驶员通过操纵转向系统，使汽车保持在直线或转弯运动状态，或使上述两种运动状态互相转换。转向系包括转向操纵机构、转向器、转向传动机构等部分。

4. 制动系

制动系是汽车装设的全部制动和减速系统的总称，其功能是使行驶中的汽车减低速度或停止行驶，或使已停驶的汽车保持不动。制动系包括制动器、制动传动装置。现代汽车制动系中还装设了制动防抱死装置。

本章小结

- 综合运用液力机械传动、电子控制技术与网络技术是现代汽车底盘的发展方向。
- 汽车底盘上应用的电子控制系统主要有电子控制自动变速器、电子巡航控制系统、电子控制悬架系统、电子控制动力转向系统、电子控制防滑系统(ABS/ASR)等。
- 汽车底盘是支承、安装汽车发动机及其各部件、总成，形成汽车的整体造型，并接受发动机的动力，使汽车产生运动并按驾驶员的操控而正常行驶的部件。汽车底盘由传动系、行驶系、转向系和制动系四部分组成。

习题

1. 简述汽车电子技术应用的发展趋势。
2. 从汽车环保角度描述现今使用的各种变速器的优缺点。
3. 汽车底盘主动安全装置(ABS)有什么作用？
4. 什么是汽车底盘，其主要由哪几个部分组成？

第一部分 汽车传动系

第

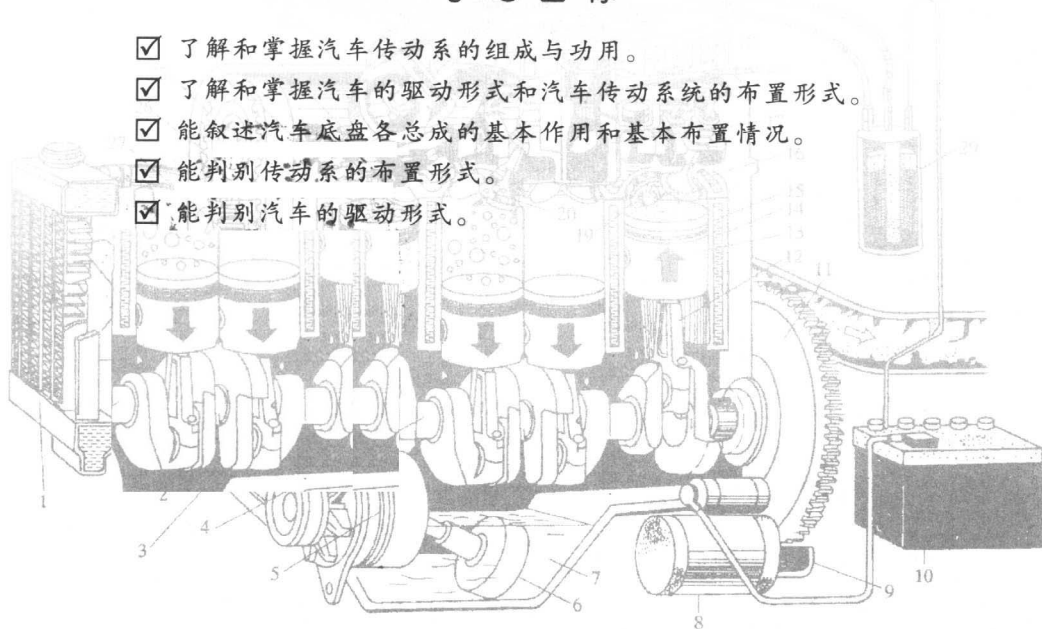
2

章

传动系概述

学习目标

- ☑ 了解和掌握汽车传动系的组成与功用。
- ☑ 了解和掌握汽车的驱动形式和汽车传动系统的布置形式。
- ☑ 能叙述汽车底盘各总成的基本作用和基本布置情况。
- ☑ 能判别传动系的布置形式。
- ☑ 能判别汽车的驱动形式。





2.1 传动系的作用及组成

重点掌握

- 汽车传动系的功用有哪些?
- 汽车传动系的组成及各总成的功用是什么?

2.1.1 传动系的功用及类型

1. 传动系的功用

汽车传动系的功用是将发动机发出的动力按需要传给驱动轮。传动系具有减速、变速、倒车、中断动力、轮间差速和轴间差速等功能。它与发动机配合作，能保证汽车在各种工况条件下的正常行驶，并具有良好的动力性和经济性。

2. 传动系的种类

按传动介质的不同，传动系可分为机械式、液力机械式、静液式、电力式等。其中以机械式和液力机械式运用最为广泛。

2.1.2 传动系的组成及各总成的功用

传动系的组成与传动系的类型、布置形式及汽车驱动形式等诸多因素有关。本书主要介绍机械式传动系和液力机械式传动系，如图 2-1 所示。

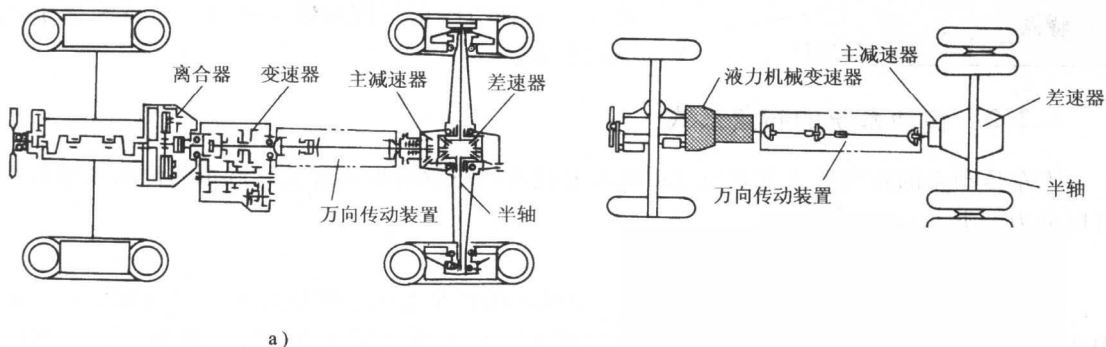


图 2-1 发动机前置后轮驱动的传动系组成及布置形式示意图

a) 机械式传动系 b) 液力机械式传动系

1. 机械式传动系

图 2-1a 所示为发动机前置、后轮驱动机械传动系示意图，它主要由离合器、变速器、万向传动装置、主减速器、差速器和半轴等组成，其各总成的基本功用如下。

(1) 离合器：装置在发动机与手动变速器之间，按需要适时地切断或接合发动机与手动变速器之间的动力传递。

(2) 变速器：改变发动机输出转速的高低、转矩的大小和发动机的旋转方向，也可切断发动机至驱动轮的动力传递。



(3) 万向传动装置：将变速器输出的动力传递给主减速器，并适应两者之间距离和轴线夹角的变化。

(4) 主减速器：降速增扭，改变动力的传递方向(90°)。

(5) 差速器：将主减速器传来的动力分配给左、右两半轴，并允许左、右两半轴以不同角速度旋转，以满足左、右两驱动轮在行驶中差速的需要。

(6) 半轴：将差速器传来的动力传给驱动轮，使驱动轮获得旋转的动力。

2. 液力机械式传动系

液力机械式传动系综合运用了液力传动和机械传动，以液力机械变速器取代机械式传动系中的摩擦式离合器和手动变速器，其他组成部件及布置形式均与机械式传动系相同，如图 2-1b 所示。

2.2 汽车驱动形式与传动系统布置

2.2.1 汽车驱动形式的表示方法

汽车的驱动形式通常用汽车车轮总数 × 驱动车轮数 (车轮数指轮毂数) 来表示。普通汽车多装 4 个车轮，常见的驱动形式有 4 × 2、4 × 4；重型货车多装 6 个车轮，其驱动形式有 6 × 6、6 × 4 和 6 × 2。

此外，也有用汽车车桥总数 × 驱动车桥数来表示汽车的驱动形式。

重点掌握

- 汽车的驱动形式应如何表示？
- 汽车传动系的布置形式有哪几种，各有何特点？

2.2.2 传动系统的布置形式

汽车传动系的布置形式主要与发动机的安置及汽车驱动形式有关。汽车的传动系统布置可以分为五类。

1. 发动机前置后轮驱动(FR)

最早期的汽车绝大部分采用 FR 布局，如国产的货车东风、解放都是这种布置方式，如图 2-1 所示。在轿车中主要应用于中、高级轿车，如丰田皇冠 3.0、奔驰 S320、宝马 750、林肯等高档轿车。FR 的优点是附着力大，易获得足够的驱动力，整车的前后重量比较均衡，操控稳定性较好。缺点是传动部件多、传动系统质量大，贯穿乘座舱的传动轴占据了舱内的地台空间。

2. 发动机前置前轮驱动(FF)

FF 是现代中小型轿车普遍采用的布置方案，如图 2-2 所示。FF 的优点是降低了车厢地台，操控时有明显的转向不足特性，另外其抗侧滑的能力也比 FR 强。缺点是上坡时驱动轮附着力会减小；前轮由于驱动兼转向，导致结构复杂、工作条件恶劣。在发动机前置前轮驱动形式中又分为发动机纵置和发动机横置两种情况。发动机纵置前轮驱动的轿车主要有桑塔纳、奥迪、帕萨特、本田极品等轿车，而采用发动机横置前轮驱动的轿车主要有本田雅阁 2.4、捷达、宝来、别克凯越等轿车。

3. 发动机中置后轮驱动(MR)

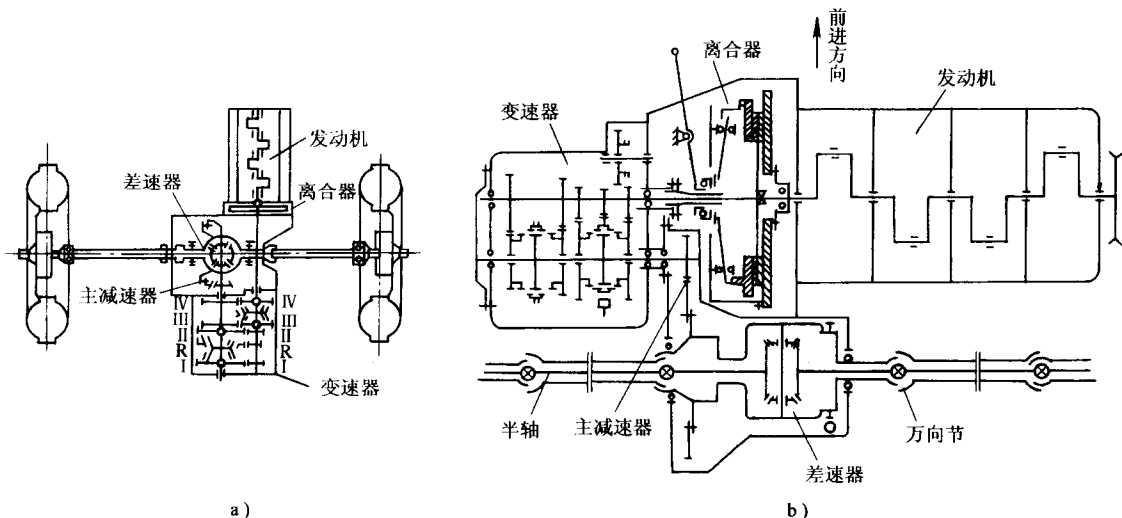


图 2-2 发动机前置前轮驱动的轿车传动系示意图

a) 发动机纵向布置 b) 发动机横向布置

发动机放置在前、后轴之间，同时采用后轮驱动，这种发动机布置形式类似于 F1 赛车。还有一种“前中置发动机”，即发动机置于前轴之后、乘员之前，类似于 FR，但能达到与 MR 一样的理想轴荷分配，从而提高操控性。MR 的优点是轴荷分配均匀，具有很中性的操控特性。缺点是发动机占去了驾驶室的空间，降低了空间利用率和实用性，因此，应用 MR 形式的汽车大都是追求操控表现的跑车。

4. 发动机后置后轮驱动(RR)

发动机后置后轮驱动(RR)早期广泛应用在微型车上，现在多应用在大客车上，如图 2-3 所示，轿车上已很少用，但保时捷 911 的“甩尾”则是因 RR 而出名的。RR 的优点是结构紧凑，没有沉重的传动轴，也没有复杂的前轮转向兼驱动结构。缺点是后轴荷较大，在操控性方面会产生与 FF 相反的转向过度倾向。

5. 四轮驱动(4WD)

无论上面的哪种布局形式，都可以采用四轮驱动。以前，四轮驱动在越野车上应用的最多，如图 2-4 所示，但随着防滑差速器技术的发展和应用，四驱系统已能精确地在各轮之间分配转矩，所以高性能跑车出于提高操控性考虑也越来越多地采用四轮驱动。奥迪轿车采用的是全时四驱结构，而一部分越野车采用的是分时四驱结构，如三菱帕杰罗、丰田普拉多等。4WD 的优点是四个车轮均有动力，地面附着率最大，通过性和动力性好。

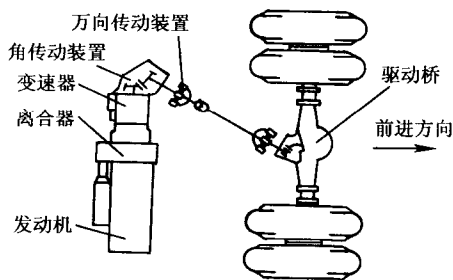


图 2-3 发动机后置后轮驱动的大型客车传动系示意图