

汽车/维修/职业/技术/基础/教材

# 汽车底盘 构造与检修

QICHE DIPAN GOUZAO YU JIANXIU

第2版

沈锦 编著



 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

第2版

沈锦 编著



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/沈锦编著. —2版. —北京:机械工业出版社,2014.1

汽车维修职业技术基础教材

ISBN 978-7-111-45180-8

I. ①汽… II. ①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. ①U472.41

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第303010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:徐巍 孙鹏

责任校对:薛娜 封面设计:陈沛

责任印制:乔宇

北京铭成印刷有限公司印刷

2014年2月第2版第1次印刷

184mm×260mm·26印张·644千字

0001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-45180-8

定价:55.00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 教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010)68326294 机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010)88379649 机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010)88379203 封面无防伪标均为盗版

# 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、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,并对无级变速器、双离合变速器电控制动力分配调节装置(EBD)、电控行驶平稳系统(ESP)等汽车新技术作了简略介绍。

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.cmpedu.com>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





|                          |     |        |     |
|--------------------------|-----|--------|-----|
| 习题                       | 212 | 全轮驱动系统 | 219 |
| <b>第 8 章 四轮驱动/全轮驱动系统</b> | 213 | 8.4 实训 | 220 |
| 8.1 四轮驱动系统               | 214 | 本章小结   | 221 |
| 8.2 全轮驱动系统               | 218 | 习题     | 221 |
| 8.3 电子控制的四轮驱动/           |     |        |     |

## 第二部分 汽车行驶系

|                      |     |                       |     |
|----------------------|-----|-----------------------|-----|
| <b>第 9 章 汽车行驶系概述</b> | 224 | 故障与检修                 | 254 |
| 9.1 汽车行驶系的组成和功用      | 225 | 11.4 实训               | 259 |
| 9.2 行驶系受力简析          | 225 | 本章小结                  | 260 |
| 本章小结                 | 226 | 习题                    | 261 |
| 习题                   | 227 | <b>第 12 章 悬架</b>      | 262 |
| <b>第 10 章 车架与车桥</b>  | 228 | 12.1 概述               | 263 |
| 10.1 车架              | 229 | 12.2 弹性元件             | 264 |
| 10.2 车桥              | 233 | 12.3 减振器              | 267 |
| 10.3 实训              | 245 | 12.4 非独立悬架与独立悬架       | 270 |
| 本章小结                 | 246 | 12.5 电子控制悬架系统         | 277 |
| 习题                   | 247 | 12.6 悬架系统的故障<br>诊断与检修 | 281 |
| <b>第 11 章 车轮与轮胎</b>  | 248 | 12.7 实训               | 288 |
| 11.1 车轮              | 249 | 本章小结                  | 292 |
| 11.2 轮胎              | 251 | 习题                    | 293 |
| 11.3 车轮与轮胎的常见        |     |                       |     |

## 第三部分 汽车转向系

|                     |     |                            |     |
|---------------------|-----|----------------------------|-----|
| <b>第 13 章 汽车转向系</b> | 296 | 13.6 电子控制动力转向系统及四轮<br>转向系统 | 315 |
| 13.1 概述             | 297 | 13.7 转向系的故障诊断与检修           | 320 |
| 13.2 转向器            | 300 | 13.8 实训                    | 326 |
| 13.3 转向操纵机构         | 301 | 本章小结                       | 335 |
| 13.4 转向传动机构         | 305 | 习题                         | 335 |
| 13.5 动力转向装置         | 308 |                            |     |

## 第四部分 汽车制动系

|                     |     |                         |     |
|---------------------|-----|-------------------------|-----|
| <b>第 14 章 汽车制动系</b> | 338 | 14.7 实训                 | 372 |
| 14.1 概述             | 339 | 本章小结                    | 380 |
| 14.2 车轮制动器          | 341 | 习题                      | 380 |
| 14.3 驻车制动器          | 348 | <b>第 15 章 汽车防滑控制系统</b>  | 382 |
| 14.4 制动传动装置         | 350 | 15.1 概述                 | 383 |
| 14.5 制动力分配调节装置      | 362 | 15.2 防滑控制系统的组成与<br>工作原理 | 385 |
| 14.6 制动系的故障诊断与检修    | 365 |                         |     |



|                                  |     |                    |            |
|----------------------------------|-----|--------------------|------------|
| 15.3 防滑控制系统主要元件的<br>结构及工作原理····· | 391 | 15.6 电控行驶平稳系统····· | 404        |
| 15.4 电控制动力分配调节装置·····            | 399 | 15.7 实训·····       | 405        |
| 15.5 防滑控制系统的故障自<br>诊断与检修·····    | 399 | 本章小结·····          | 407        |
|                                  |     | 习题·····            | 407        |
|                                  |     | <b>参考文献</b> ·····  | <b>409</b> |

# 第

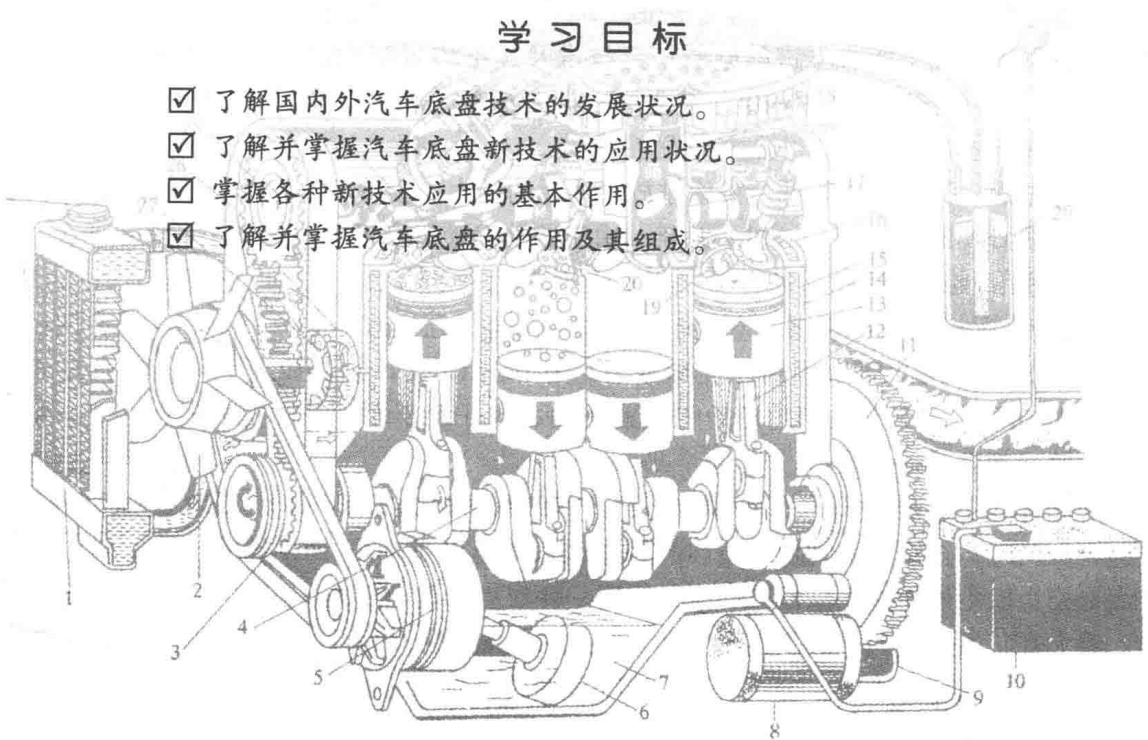
# 1

# 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,它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小行驶阻力,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CO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>排放量将被强制逐渐减少,2003年的中期目标是165~170g CO<sub>2</sub>/km,而2008年的排放量限制为140g CO<sub>2</sub>/km,2012年进一步减少为120g CO<sub>2</sub>/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)、带式或链式驱动无级变速器(CVT)、自动化手动变速器(AMT)以及双离合器变速器(DCT)。

大众公司的动力换挡变速器(DSG)作为第一种双离合器变速器,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,可使中档轿车实现每 km CO<sub>2</sub> 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 7000r/min)的限制,甚至可以超过 9000r/min。

从舒适性角度来说,CVT、AT6/7 以及 DCT-W 处于领先地位;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 为混合电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)和制动辅助(BA)安全系统的新功能更使汽车驾驶安全系数大幅度提高。轮胎气压监测系统则为驾驶人提供可靠的行驶稳定性和安全性保障。

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人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。它能够使驾驶人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。

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人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。驾驶人通过操纵转向系统，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降低速度或停止行驶，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人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等)有什么作用?
4. 什么是汽车底盘，它主要由哪几个部分组成?

# 第一部分 汽车传动系

# 第

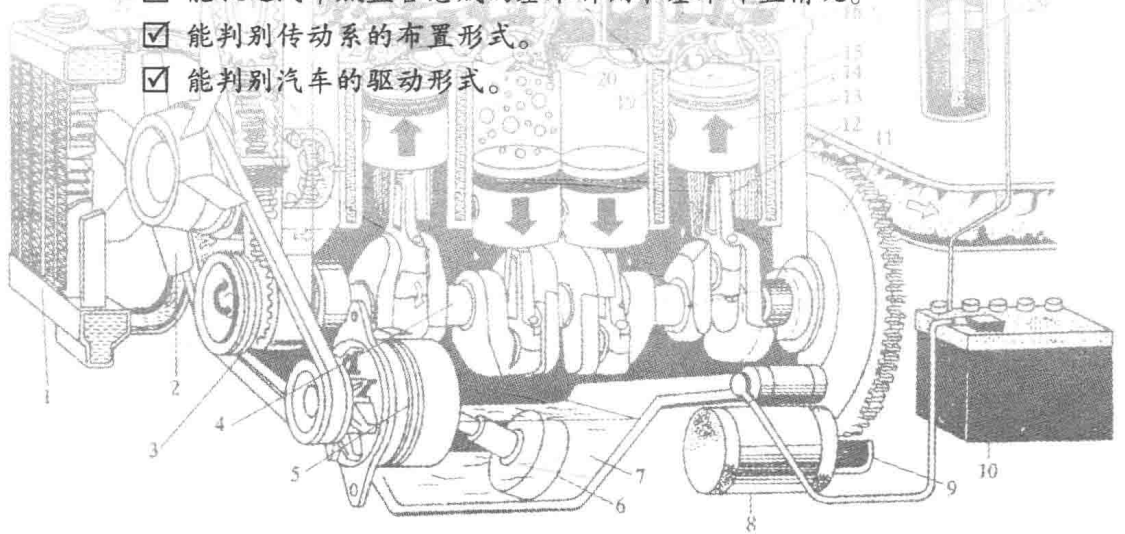
# 2

# 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

### 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递给驱动轮。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。它与发动机配合工作，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。

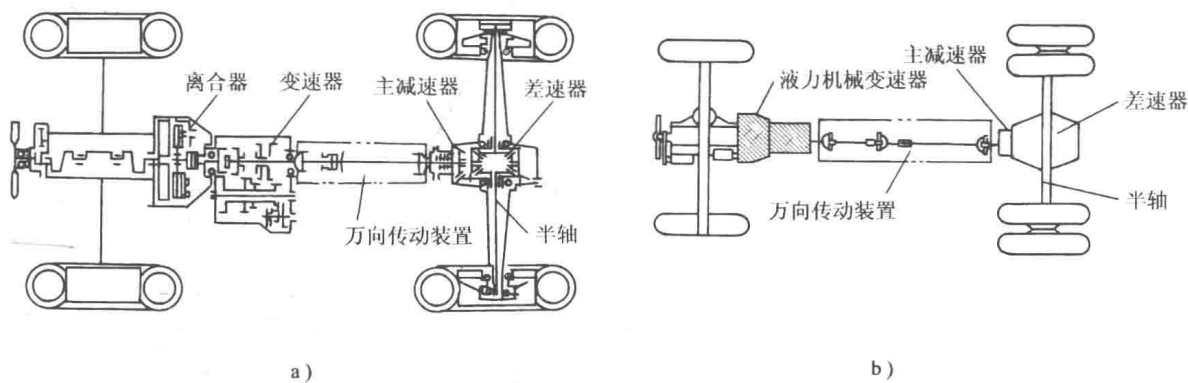


图 2-1 发动机前置后轮驱动的传动系组成及布置形式示意图

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的机械传动系示意图，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 降速增矩,改变动力的传递方向( $90^\circ$ )。

(5) 差速器 将主减速器传递来的动力分配给左、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 将差速器传递来的动力传递给驱动轮,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  $\times$  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  $4 \times 2$ 、 $4 \times 4$ ; 重型货车多装 6 个车轮,其驱动形式有  $6 \times 6$ 、 $6 \times 4$  和  $6 \times 2$ 。

此外,也有用汽车车桥总数  $\times$  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。汽车的传动系布置形式可以分为五类。

#### 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、解放都是这种布置形式,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,增大了乘员室内空间,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。此外,操控时有明显的转向不足特性,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、帕萨特等,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。

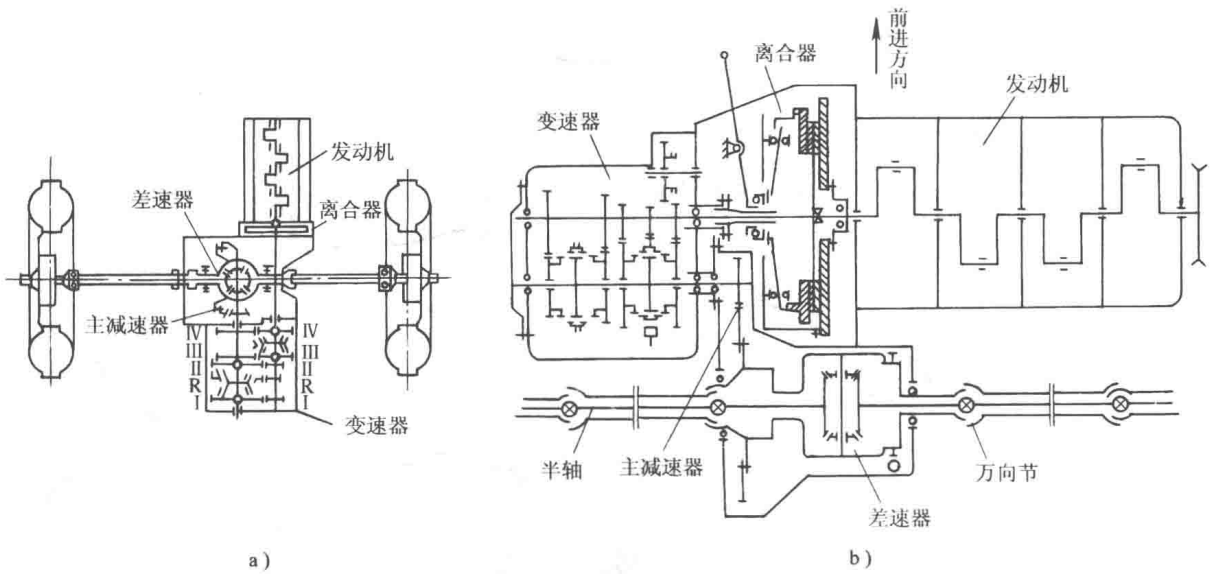


图 2-2 发动机前置前轮驱动的轿车传动系示意图

a) 发动机纵向布置 b) 发动机横向布置

### 3. 发动机中置后轮驱动(MR)

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，现在多应用在大型客车上，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。

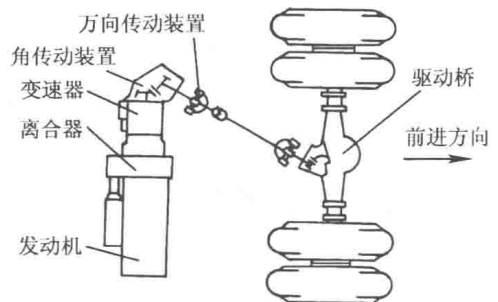


图 2-3 发动机后置后轮驱动的大型客车传动系示意图



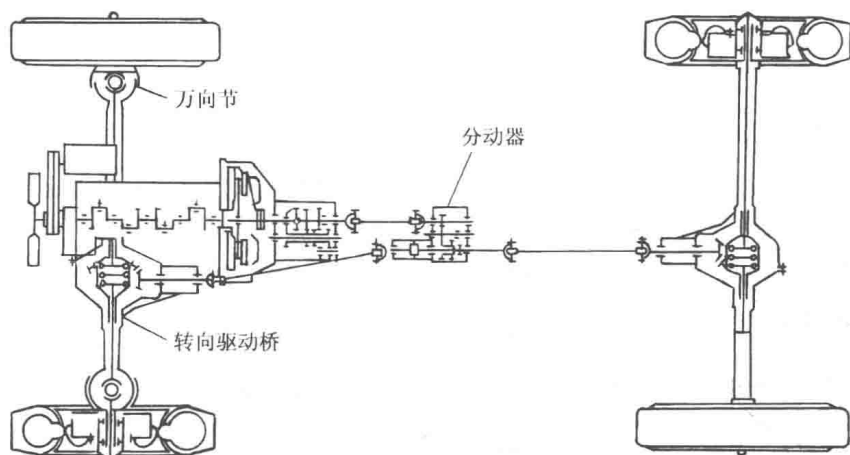


图 2-4 4×4 越野汽车传动系示意图

## 2.3 实 训

### 汽车底盘的认识

#### 1. 实训目的

- 1) 了解汽车维修的安全基本规则。
- 2) 了解常用及专用汽车维修工具的基本使用知识。
- 3) 掌握常见轿车或货车底盘的具体组成和大致构造。
- 4) 掌握进口轿车的底盘的具体组成和大致构造，并了解其先进性。

#### 2. 实训设备及工具、量具

- 1) 轿车(常见车型)和货车 2~5 辆。
- 2) 常用及专用汽车维修工具若干套。
- 3) 两柱(或四柱)举升机 2~4 台或地沟两条。

#### 3. 实训的基本方法

##### (1) 安全操作规则的学习和工具设备的使用

1) 学习汽车维修工作的基本安全规则。如工具、量具的安全使用，汽油及电气设备的安全使用规定，维修废品的处理规则，汽车路试的安全要求，车底作业安全规则，维修作业的安全要求等。

2) 学习常用和专用汽车维修工具、量具使用的基本知识。如常用汽车维修工具、量具、举升设备等。

##### (2) 汽车底盘结构的认识

1) 驾驶室内操纵装置及仪表的认识。认识仪表板上的汽车速度表(里程表)、发动机转速表、机油压力表、燃油表、故障指示灯和各种指示灯或警告灯等。了解转向盘、安全气囊的位置，变速器操纵装置、离合器踏板(自动变速器无此踏板)、加速踏板、驻车制动装置和点火开关的位置及使用方法。