



普通高等教育“十三五”汽车类规划教材

汽车构造

(下册) 第③版

Structure of Automobile

臧杰 阎岩 张德生 © 主编



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



普通高等教育“十三五”汽车类规划教材



汽车构造 (下册)

第3版

主 编 臧 杰 阎 岩 张德生
参 编 戴耀辉 孙曙光 张正芳
徐锐良 王晓娟 刘瑞昌
高志彬 徐 斌 廖文俊
主 审 关文达



机械工业出版社

本书以乘用车为主,系统阐述了现代汽车的构造和工作原理,突出反映了现代汽车中电子控制汽油喷射系统、可变配气正时及气门升程的电控系统、新一代高压共轨电喷柴油机、电子点火系统、微机控制点火系统、新能源汽车、电控自动变速器、电控悬架、四轮转向系统、防抱死制动系统(ABS)和驱动防滑系统等成熟的新结构、新技术、新工艺、新材料和新标准,并有典型实例应用的说明。本套书分上、下两册。上册内容有总论、汽车发动机和新能源汽车(第一~十章);下册内容有汽车传动系统,汽车行驶系统,汽车转向与制动系统,汽车车身、仪表、照明及附属装置(第十一~二十四章),本书为下册。

本书增加了学习目标、延伸阅读、本章小结和练习题等栏目;本书附有部分章节导言与立体彩图以及练习题答案的二维码,方便读者自学;本书配有电子课件,免费赠送给采用本书作为教材的教师,可登录 www.cmpedu.com 注册下载。

本套书为面向应用型人才培养的本科汽车类专业(车辆工程、交通运输、汽车服务工程及汽车营销等专业)教材,高职高专亦可采用,也可供汽车工业部门和汽车运输、检测、维修部门的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车构造.下册/臧杰,阎岩,张德生主编.—3版.—北京:机械工业出版社,2017.7

普通高等教育“十三五”汽车类规划教材

ISBN 978-7-111-57325-8

I. ①汽… II. ①臧… ②阎… ③张… III. ①汽车-构造-高等学校-教材 IV. ①U463

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第157578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:宋学敏 责任编辑:宋学敏 李然 王保家

责任校对:刘秀芝 封面设计:张静

责任印制:孙炜

保定市中国画美凯印刷有限公司印刷

2017年10月第3版第1次印刷

184mm×260mm·19印张·459千字

标准书号:ISBN 978-7-111-57325-8

定价:48.00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

服务咨询热线:010-88379833

机工官网:www.cmpbook.com

读者购书热线:010-88379649

机工官博:weibo.com/cmp1952

教育服务网:www.cmpedu.com

封面无防伪标均为盗版

金书网:www.golden-book.com

普通高等教育汽车类专业

教材编审委员会

主任：北京理工大学	林逸
副主任：黑龙江工程学院	齐晓杰
扬州大学	陈靖芯
西华大学	黄海波
机械工业出版社	冯春生
委员：吉林大学	方泳龙
吉林大学	刘玉梅
北京航空航天大学	高峰
同济大学	陈永革
上海交通大学	喻凡
上海大学	何忱予
哈尔滨理工大学	徐雳
武汉理工大学	张国方
山东理工大学	邹广德
山东交通学院	李祥贵
燕山大学	韩宗奇
长沙理工大学	张新
青岛理工大学	卢燕
河南科技大学	张文春
南京工程学院	贺曙新
淮阴工学院	刘远伟
秘书：机械工业出版社	宋学敏

序

汽车被称为“改变世界的机器”。由于汽车工业具有很强的产业关联度，因而被视为一个国家经济发展水平的重要标志。我国汽车工业自2009年以来产销量连续保持全球第一，它正在成为拉动国民经济增长的动力源。汽车工业的繁荣，使汽车及其相关产业的人才需求量大幅度增长。相应地，作为人才培养主要基地的汽车工业高等院校也得到了长足发展。据不完全统计，迄今全国开办汽车类专业的高等院校已达百余所。

从未来发展趋势看，打造我国自主品牌、开发核心技术是我国汽车工业的必然选择，但当前我国汽车工业还处在以技术引进、加工制造为主的阶段，这就要求在人才培养时既要具有前瞻性，又要与我国实际情况相结合。在注重培养具有自主开发能力的研究型人才的同时，应大力培养知识、能力、素质结构具有鲜明的“理论基础扎实，专业知识面广，实践能力强，综合素质高，有较高的科技运用、推广、转换能力”特点的应用型人才。这也意味着对我国高等教育的办学体制、机制、模式和人才培养理念等提出了全新的要求。

为了满足新形势下对汽车类高等工程技术人才培养的需求，在中国机械工业教育协会车辆工程学科教学委员会的领导下，成立了教材编审委员会，组织制订了多个系列的普通高等教育规划教材。其中，为了解决高等教育应用型人才培养中教材短缺、滞后等问题，组织编写了普通高等教育汽车类专业规划教材。

本系列教材在学科体系上适应普通高等院校培养应用型人才的需求；在内容上注重介绍新技术和新工艺，强调实用性和工程概念，减少理论推导；在教学上强调加强实践环节。此外，本系列教材将力求突出以下特点：

- 1) 全面性。目前本系列教材包括汽车设计与制造、汽车运用与维修、汽车服务工程、物流工程等专业方向，今后还将扩展专业领域，更全面地涵盖汽车类专业方向。
- 2) 完整性。对于每一个专业方向，今后还将继续根据行业变化对教学提出的要求填平补齐，使之更加完善。
- 3) 优质性。在教材编审委员会的领导下，继续优化每一本教材的规划、编审、出版和修订过程，使教材的生产过程逐步实现优质和高效。
- 4) 服务性。根据需要，为教材配备CAI课件和教学辅助教材，举办新教材讲习班，在相应网站开设研讨专栏等。

相信本系列教材的出版将对我国汽车类专业的高等教育产生积极的影响，为我国汽车行业应用型人才培养模式的创新做出有益的探索。由于我国汽车工业正处于快速发展阶段，对人才会不断提出新的要求，这也就决定了高等教育的人才培养模式和教材建设将处于不断变革之中。我们衷心希望更多的高等院校加入到本系列教材建设的队伍中来，使教材体系更加完善，以更好地为培养汽车类专业高等教育人才服务。

中国汽车工程学会 常务理事
中国机械工业教育协会
车辆工程学科 副主任

林逸

第3版前言

本书已经过一次修订，并多次印刷，受到读者广泛认可。汽车技术的不断发展和教学方式的转变，要求及时更新教材内容，更多介绍汽车的新结构、新技术、新材料、新工艺及其应用状况。根据出版社对精品教材的要求，我们对第2版教材进行了修订。

本书在保持第1与第2版教材的结构体系和内容的同时，主要对以下方面进行了修订：

- 1) 各章增加了学习目标、延伸阅读、本章小结和练习题等栏目。
- 2) 增加了汽车构造立体图、剖视图，使结构更加清楚，有助于学生理解汽车的结构、组成和工作原理。
- 3) 添加了导言与立体彩图二维码和练习题答案二维码，更加形象地表达导言相关内容，方便读者自学。
- 4) 修订了总论内容并更新了有关数据。
- 5) 全书体现新的编写思路，具有创新性，多方面体现了汽车文化，增加了拓展知识，以提高学生学习的积极性。
- 6) 以二维码形式表达的导言内容，引出问题，让学生带着问题学习知识，提高学习的目的性和方向性。
- 7) 在大部分章节增加或调整了各项技术在现有典型汽车上应用的举例。
- 8) 在部分章节增加了现代汽车主流技术知识，如6档位辛普森式与拉维娜式自动变速器等。
- 9) 在部分章节增加了汽车新技术知识，如高压共轨电控柴油喷射系统、双离合变速器等。
- 10) 修改了原有的错误。增加了新工艺、新材料和新标准等相关内容。

本书通过学习目标、延伸阅读、立体图、双色图和文字等突出了重点学习内容，更便于读者理解和记忆。与本书配套的电子课件通过彩图、立体图、动画和视频等方式形象生动地展示了现代汽车构造与工作原理，可供读者自学使用。

全书分上、下册，内容包括总论和24章，由臧杰统稿并标注重点。编写人员和分工如下：臧杰（总论、第四、十五和二十一章）、张德生（第一、五、十一章和附录，部分第十四章）、张正芳（第二章）、戴耀辉（第三章）、徐斌（第七、八章）、廖文俊（第十二、十三章）、孙曙光（部分第十四章）、徐锐良（第十六、二十三和二十四章）、刘瑞昌、高志彬（第九、十七、十八、十九和二十章）、阎岩（第二十二章）、王晓娟（第六、十章）。纪凌云和王春风在收集资料方面做了很多工作。全书由臧杰、阎岩、张德生主编，关文达担任主审。

本书在修改过程中得到了清华大学夏群生教授的大力支持，在此表示衷心感谢！恳切希望使用本书的高校师生及读者对本书的不当甚至错误之处提出批评指正。

第2版前言

本书为2005年出版的《汽车构造》(上、下册)的第2版。第1版出版后已印刷7次,得到读者广泛认可,这说明本教材适合教学需要。汽车技术的不断发展,要求及时更新教材内容,多介绍汽车的新结构、新技术、新材料、新工艺及其应用状况。因此,我们对第1版教材进行了修订。

本书在保持第1版教材的结构体系和内容基础上,主要对以下方面进行了修改:

- 1) 重新修改了总论,更新了数据。
- 2) 将“化油器式发动机的燃料供给系统”与“电控汽油喷射式发动机的燃料供给系统”合并,保留混合气浓度的表示方法、发动机各工况对可燃混合气浓度要求以及燃油泵和空气滤清器等内容,删除了化油器的相关内容。
- 3) 删减了“柴油机燃料供给系统”中的喷油泵、调速器等机械部分内容,增加了电控柴油喷射系统的相关内容。
- 4) 删除了“进排气装置及汽车排放净化装置”中属于化油器部分的配套件的相关内容。
- 5) 简化了传统点火系统部分,侧重介绍了电子点火系统和微机控制点火系统的相关内容。
- 6) 增加了新能源汽车章节。
- 7) 第十四章汽车自动变速器删除了液力偶合器的相关内容,增加了机械式无级自动变速器的相关内容。
- 8) 转向系统更换了动力转向的相关图,制动系统进行了部分调整。
- 9) 车轮、轮辋、轮胎和内燃机产品的名称和型号编制规则采用了新国家标准。
- 10) 修改了原有的错误。曲柄连杆机构、配气机构、离合器、手动变速器增加了新工艺、新材料和有关定位内容。

本书通过双色印刷突出了重点学习内容,更便于读者理解记忆。与教材配套的电子课件(可到 <http://www.cmpedu.com> 注册后下载)通过彩图、立体图、动画和视频等方式形象生动地展示了现代汽车构造与工作原理,可供读者自学使用。



本书是普通高等教育汽车类专业系列规划教材之一。教材编写以轿车构造为主，注重体现工程实践环节和应用性，力争跟上时代步伐，为培养应用型人才服务。

全书分上、下册，内容包括总论和 24 章，由臧杰统稿并标注重点。编写人员和分工如下：臧杰（总论、第四、二十一章）、张德生（第一、五、十一章和附录）、张正芳（第二章）、戴耀辉（第三章）、徐斌（第七、八章）、廖文俊（第十二、十三章）、余文明（第十四、十五章）、徐锐良（第十六、二十三、二十四章）、刘瑞昌、高志彬（第九、十七、十八、十九、二十章）、阎岩（第二十二章）、王晓娟（第六、十章）。刘发军在收集资料方面做了很多工作。

全书由臧杰、阎岩任主编，关文达担任主审。

本书在修订过程中得到了清华大学夏群生教授的大力支持，在此表示衷心感谢！

恳切希望使用本书的高校师生及读者对本书的不当甚至错误之处提出批评指正。

编 者

第1版前言

本书是经全国普通高等教育汽车类专业（方向）教材编审委员会审定的，为适应近年来我国汽车工业及汽车运用市场的高速发展，满足对汽车类高等工程技术人才培养的需求，解决应用型汽车类人才培养本科教学中教材短缺、滞后等问题，参考各应用型本科学校汽车类专业（方向）教学大纲而编写的规划教材。

本书以轿车为主，通过采用大量立体图、实物图及简图深入浅出地介绍了整车及各个系统、零部件的构造和工作原理。紧密结合现代汽车中成熟的新结构、新工艺、新材料、新标准、新技术，突出了对现代汽车中电子控制汽油喷射系统、可变配气正时及气门升程的电控系统、新一代高压共轨电喷柴油机、电子点火系统、无分电器点火系统、电控自动变速器、电控悬架、四轮转向系统、防抱死制动系统（ABS）和驱动防滑系统等知识的介绍。每一部分都有应用车型举例、相关的调整方法介绍，在一定的理论基础上，注重体现工程实践环节和应用性。与教材配套的光盘提供大量文本、彩图、动画和视频，形象生动地展示了现代汽车的构造与工作原理，可供教师教学与学生自学。本书配有相应的实训教材《汽车构造实习指导》（阎岩，臧杰主编），力图培养学生理论联系实际的能力和实际操作能力。

本书力求做到文字准确、简练、流畅、符合规范要求，插图正确，文图配合恰当，内容阐述循序渐进，富有启发性，并便于自学。

本套书分上、下册，内容包括总论及两篇共24章，由臧杰、阎岩担任主编，全书由臧杰统稿，关文达担任主审。编写组成员（分工）是：臧杰（总论、第四、五、二十一章）、张德生（第一、五、十一章和附录）、张正芳（第二章）、戴耀辉（第三、七章）、徐斌（第八、九章）、廖文俊（第十二、十三章）、余文明（第十四、十五章）、徐锐良（第十六、二十三、二十四章）、高志彬（第九、十七、十八、十九、二十章）、阎岩（第二十二章）。

由于水平有限，殷切期望广大读者对书中误漏之处予以批评指正。

编者

目 录

序	
第3版前言	
第2版前言	
第1版前言	
第十一章 汽车传动系统	1
学习目标	1
导言	1
延伸阅读	7
本章小结	7
练习题	7
第十二章 离合器	8
学习目标	8
导言	8
第一节 概述	8
第二节 摩擦离合器的构造	13
第三节 离合器操纵机构	19
延伸阅读	22
本章小结	23
练习题	23
第十三章 手动变速器与分动器	24
学习目标	24
导言	24
第一节 概述	24
第二节 齿轮变速器的变速传动机构	26
第三节 同步器	35
第四节 变速器操纵机构	40
第五节 分动器	43
延伸阅读	45
本章小结	47
练习题	47
第十四章 汽车自动变速器	49
学习目标	49
导言	49
第一节 概述	49
第二节 液力变矩器	53
第三节 液力机械变速器	58
第四节 自动变速器的操纵和控制系统	76
第五节 机械式无级自动变速器	91
延伸阅读	94
本章小结	94
练习题	95
第十五章 万向传动装置	97
学习目标	97
导言	97
第一节 概述	97
第二节 万向节	99
第三节 传动轴和中间支承	104
延伸阅读	106
本章小结	108
练习题	108
第十六章 驱动桥	110
学习目标	110
导言	110
第一节 概述	110
第二节 主减速器	111
第三节 差速器	117
第四节 半轴与桥壳	125
延伸阅读	128
本章小结	129
练习题	129
第十七章 汽车行驶系统	131
学习目标	131
导言	131
延伸阅读	133
练习题	133
第十八章 车架	134
学习目标	134
导言	134
第一节 边梁式车架	134
第二节 中梁式车架	136
第三节 综合式车架和承载式车身	136
延伸阅读	137



本章小结	138	导言	206
练习题	138	第一节 概述	206
第十九章 车桥和车轮	139	第二节 制动器	208
学习目标	139	第三节 人力制动系统	228
导言	139	第四节 动力制动系统	232
第一节 车桥	139	第五节 伺服制动系统	244
第二节 车轮与轮胎	146	第六节 制动力调节装置	250
延伸阅读	153	延伸阅读	265
本章小结	154	本章小结	265
练习题	154	练习题	266
第二十章 悬架	155	第二十三章 汽车车身	267
学习目标	155	学习目标	267
导言	155	导言	267
第一节 概述	155	第一节 概述	267
第二节 弹性元件和减振器	156	第二节 轿车车身	269
第三节 非独立悬架	162	第三节 货车车身	270
第四节 独立悬架	165	第四节 客车车身	274
第五节 电子控制悬架	171	第五节 车门、车窗及附件	275
延伸阅读	176	第六节 座椅	276
本章小结	177	延伸阅读	278
练习题	178	本章小结	278
第二十一章 汽车转向系统	179	练习题	279
学习目标	179	第二十四章 汽车照明、仪表及	
导言	179	附属设备	280
第一节 概述	179	学习目标	280
第二节 转向器、转向操纵机构和		导言	280
转向传动机构	183	第一节 汽车照明及信号装置	280
第三节 动力转向系统	191	第二节 汽车仪表	282
第四节 电子控制动力转向系统	196	第三节 汽车的附属设备和装置	284
第五节 四轮转向系统	198	延伸阅读	289
延伸阅读	204	本章小结	290
本章小结	204	练习题	291
练习题	205	参考文献	292
第二十二章 汽车制动系统	206		
学习目标	206		

第十一章 汽车传动系统



学习目标

1. 了解传动系统的类型、组成及功用。
2. 掌握机械式传动系统的组成、布置形式及特点。



一、传动系统的功用与组成

汽车传动系统的基本功用是将发动机发出的动力传给驱动车轮，使汽车行驶。

常见的机械式传动系统的组成及布置形式如图 11-1 所示，发动机发出的动力经过离合器 1、变速器 2、由万向节 3 和传动轴 8 组成的万向传动装置以及安装在驱动桥 4 中的主减速器 7、差速器 5 和半轴 6 传到驱动轮。

传动系统应具有如下功用。

1. 减速与变速

汽车起步与驱动，要求作用在驱动轮上的驱动力足以克服各种外界的阻力，如地面对车轮滚动的阻力、空气对车身的阻力等。汽车发动机发出的转矩若直接传给车轮，所得到的驱动力很小，不足以驱动汽车运动；另一方面，发动机的转速较高，一般在每分钟数千转，这一转速直接传到驱动轮上，汽车将达到几百公里的时速，这样高的车速既不实用，也不可能。因此，要求传动系统应具有降速增矩的作用，使驱动轮的转速降低到发动机转速的若干分之一，相应地使驱动轮的转矩增大到发动机转矩的若干倍。一般把驱动轮得到的转矩与发动机的输出转矩之比（或发动机转速与驱动轮转速之比）称为传动系统的传动比。

汽车在使用过程中，其使用条件要求车速和驱动力在很大的范围内不断变化，而发动机的有利转速范围很窄，为了使发动机能保持在有利转速范围内工作，而驱动力和转

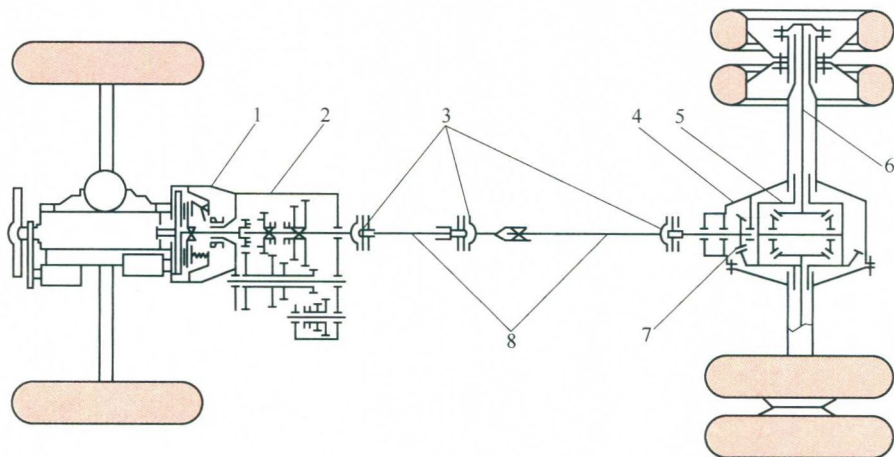


图 11-1 机械式传动系统的组成及布置形式

- 1—离合器 2—变速器 3—万向节 4—驱动桥 5—差速器 6—半轴
7—主减速器 8—传动轴

速又可以在足够大的范围内变化,应当使传动系统的传动比能在最大值与最小值之间变化,即传动系统应有变速的功用。因此在传动系统中设置主减速器7和变速器2以满足上述要求。

2. 实现汽车倒驶

汽车除了前进以外,在某些情况下还需要倒向行驶,而发动机是不能反向旋转的,这就要求传动系统能够改变驱动轮的转动方向,以实现汽车的倒向行驶,一般是在变速器中设置一个倒档。

3. 中断动力传递

在起动发动机后、汽车行进中换档以及对汽车进行制动时,要暂时切断动力的传递路线,为满足此要求,在发动机与变速器之间设置一个可由驾驶人控制的离开或接合的机构,称为离合器。另外在变速器中设置空档,即各档位齿轮都处于非传动状态,满足汽车在发动机不停止转动时能较长时间中断动力的传递。

4. 差速

汽车在转弯行驶时,左右驱动车轮在同一时间内滚过的距离不同,如果两侧的驱动轮用一根刚性轴驱动,则两轮转动的角速度必然相同,因而在汽车转弯时必然产生车轮相对地面滑动的现象,这将使转向困难,汽车的动力消耗增加,传动系统内部某些零件和轮胎磨损加剧。为避免这些情况的出现,在驱动桥内安装了差速器,使左右驱动车轮以不同的角速度旋转。动力由主减速器传到差速器,由差速器分配给左、右半轴,最后传到驱动轮上。

二、传动系统的类型及布置形式

汽车传动系统按结构和传动介质的不同,可分为机械式、液力机械式、静液式(容



积液式)和电力式等。机械式传动系统的组成布置前面已经做了介绍,下面简要介绍其他三种类型传动系统的特点。

液力机械式传动系统的特点是将液力传动与机械传动有机地组合起来。液力传动是以液体为传动介质,利用液体在主动元件和从动元件之间的循环流动过程中的动能的变化来传递动力。液力传动装置有液力变矩器和液力偶合器两种,一般采用液力变矩器串联一个有级式机械变速器组成的液力机械式变速器,取代机械式传动系统中的离合器和变速器。这种传动系统能根据道路阻力的变化,自动地在若干个车速范围内分别实现无级变速,而且其中的有级式机械变速器还可以实现自动或半自动操纵,因而可使驾驶人的操作大为简化。其缺点是结构较复杂、造价较高、机械效率较低等。因此,目前除了在轿车和重型汽车上采用较多以外,一般载货汽车采用较少。

静液式传动系统(见图11-2)又称为容积液式传动系统,它是通过液体传递介质的静压力能的变化来传递动力的,主要由发动机驱动的液压泵7、液压马达2和液压自动控制装置6等组成。发动机输出的动力(机械能)通过液压泵转换成液压能,然后再由液压马达重新转换为机械能,驱动车轮转动。在图11-2所示的方案中,只用一个液压马达2将动力传给主减速器,再经差速器和半轴传到驱动轮。还有一种方案是在每个驱动轮上都装有一个液压马达,由控制系统来决定各驱动轮的转动,这时可以去掉主减速器、差速器和半轴等传动部件。这种传动系统的机械效率低,造价高,使用不可靠,因此目前还处于研究之中。

电力式传动系统(见图11-3)的组成和布置与静液式传动系统类似。采用电力式传动系统的车型主要是电动汽车,电动汽车包括纯电动汽车、混合动力汽车和燃料电池

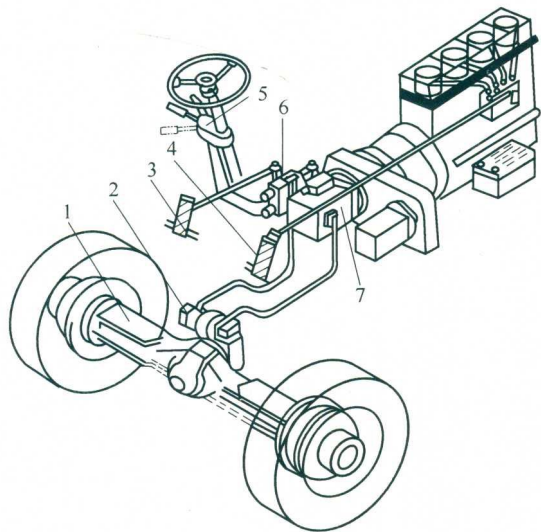


图 11-2 静液式传动系统

- 1—驱动桥 2—液压马达 3—制动踏板 4—加速踏板
5—变速操纵杆 6—液压自动控制装置 7—液压泵

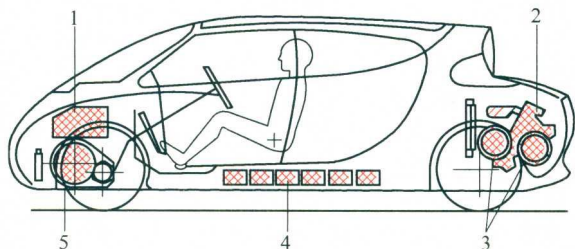


图 11-3 电力式传动系统

- 1—电动机控制器 2—发动机 3—发电机
4—电池 5—牵引电动机



汽车三大类。纯电动汽车是通过可充电的电池 4 提供电能, 由牵引电动机 5 驱动汽车; 混合动力汽车是能够从至少两类车载储能装置(传统的发动机 2 和电池 4 与发电机 3)中获得能量, 由牵引电动机 5 驱动汽车; 燃料电池汽车由车载燃料电池提供电能, 由牵引电动机 5 驱动汽车。牵引电动机发出的动力经传动轴、主减速器传到驱动轮; 也可以在每个驱动轮上单独安装电动机, 电动机发出的动力也要经过一套减速机构才能传给驱动轮, 目的是降速增矩, 这套减速机构称为轮边减速器。

汽车传动系统的布置形式根据汽车的使用要求可以有多种, 如图 11-4 所示。

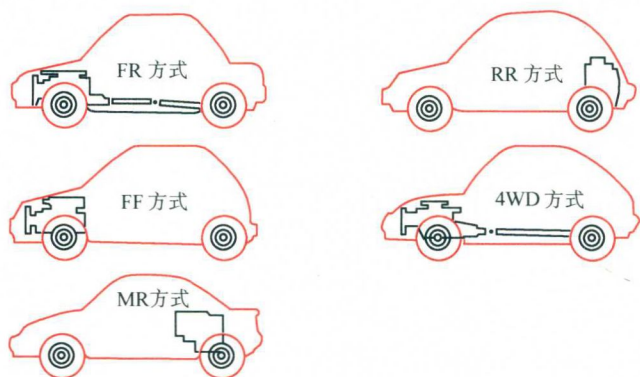


图 11-4 汽车传动系统的布置形式

(1) 发动机前置、后轮驱动 (FR 方式) 这种形式是典型的传动系统布置形式, 如图 11-1 所示。其优点是前后轮质量分配比前轮驱动平均, 有较佳的操控性能和行驶稳定性, 向前行驶时使重心后移所以起步或加速性能会更好些; 缺点是传动轴长, 车重增加, 前轮转向时后轮向前的惯性导致容易出现转向过度现象。多应用在大、中型载货汽车和轿跑车上。

(2) 发动机前置、前轮驱动 (FF 方式) 这种形式的优点是直线行驶稳定性好, 有助于提高汽车高速行驶的操纵稳定性; 缺点是转向较重, 容易出现转向不足现象, 高速行驶制动时车头容易下沉, 车尾易扬起甚至悬空造成危险。主要应用在微型和中级轿车上, 中、高级轿车上的应用也日渐增多。

(3) 发动机后置、后轮驱动 (RR 方式) 这种形式的优点是容易做到汽车总质量在前后车轴之间的合理分配、车厢内噪声低、空间利用率高、起步和加速性能好; 缺点是发动机散热条件差, 离合器、变速器的操纵机构都较差, 容易出现转向过度现象。在大、中型客车上广泛应用, 少数轿车和微型车也有采用。

(4) 发动机中置、后轮驱动 (MR 方式) 这种形式的优缺点介于 FF 和 RR 方式之间。大多数运动型轿车和赛车普遍采用。

(5) 全轮驱动 (4WD 方式) 这种形式可充分利用所有车轮与地面的附着条件, 以获得尽可能大的驱动力。越野汽车均采用此种形式。

目前, 四轮驱动系统一般分为分时四驱、适时四驱和全时四驱三种。

分时四驱是由驾驶人手动切换的驱动模式, 驾驶人可通过接通或断开分动器来选择两轮驱动或四轮驱动模式。例如 Jeep 牧马人, 其布置方案如图 11-5a 所示。由于分动器

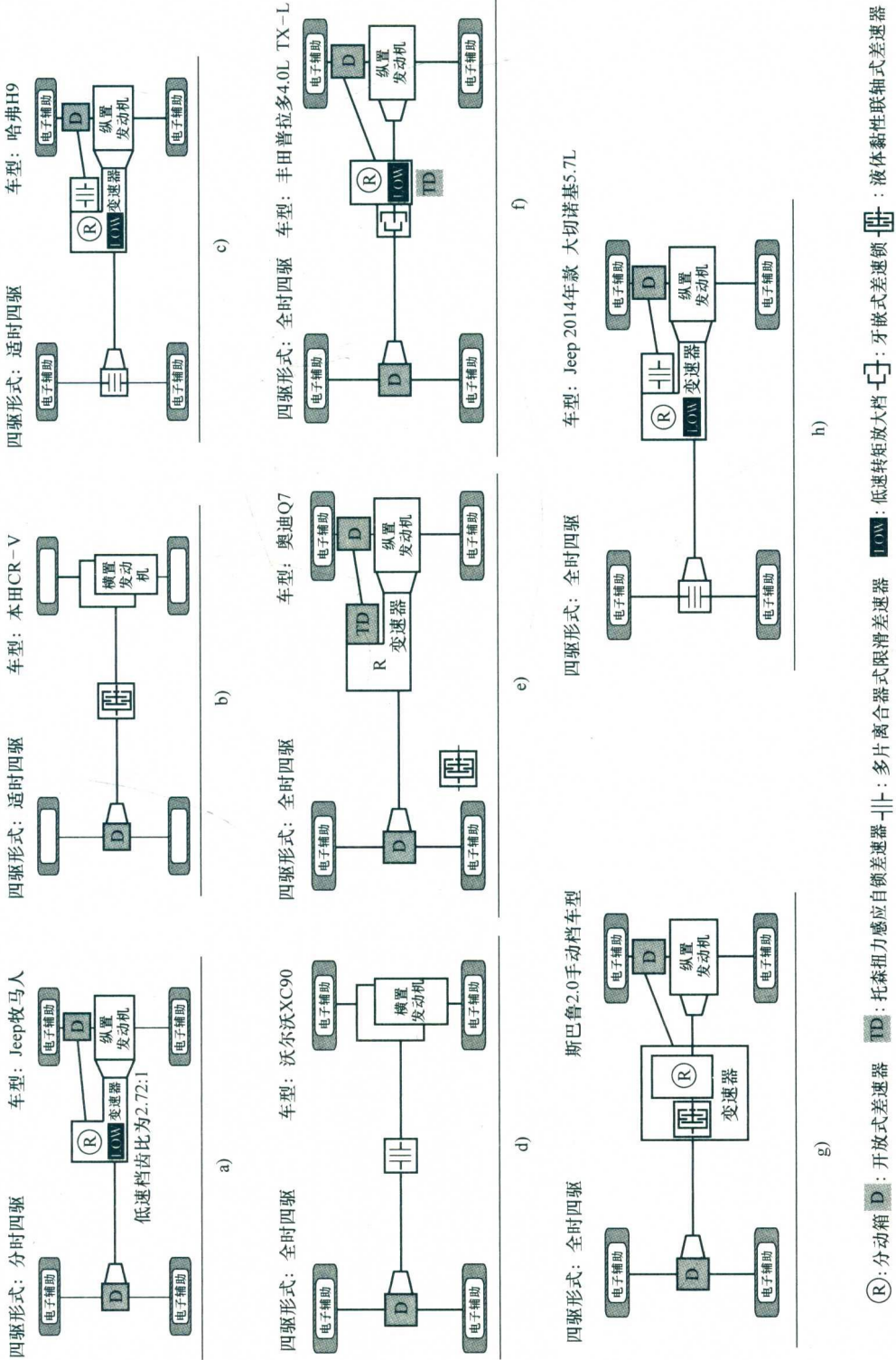


图 11-5 四轮驱动系统布置方案



内没有中央差速器,分时四轮驱动的汽车不能在硬地面上使用四驱,特别是在弯道上不能顺利转弯,硬地面可以人工选择两驱。该种方案的优点是既能保证车辆的动力性和通过性,又能兼顾燃油经济性;缺点是驾驶人需要自行判断路况,手动操作驱动模式,操作复杂。主要在一些较老的、强调越野性能的车型上使用。

适时四驱系统由计算机控制两驱与四驱的切换。它能自行识别驾驶环境,根据驾驶环境的变化控制两驱与四驱两种模式的切换。在颠簸、多坡多弯等附着力低的路面上,汽车自动设定为四轮驱动模式,而在城市路面等附着情况良好的路面上,汽车会自行切换为两轮驱动。适时四驱系统按控制原理不同可分为三种:第一种是纯机械式,它通过液体黏性联轴式差速器来实现自动向后轮分配动力,如本田的 CR-V,其布置方案如图 11-5b 所示;第二种是多片离合器式限滑差速器,通过前后车轮的轮速传感器将实时的轮速反馈给电控单元(ECU),并向后轴控制传递动力和切断动力,可锁止多片离合器式限滑差速器实现硬连接,如哈佛 H9、北京现代途胜、三菱欧蓝德,其布置方案如图 11-5c 所示;第三种是以第三代 HALDEX 和第四代 HALDEX 四驱为代表的智能电子式适时四驱(一般也称为电控全时四驱),根据电子传感器采集车轮打滑的信息,及时调整前轮和后轮的动力分配,这样增加了预载功能,可以通过前轮的运转情况来实现预判断,在前轮有打滑趋势之前就预先接通后轴,理论上已经做到与全时四驱类似的效果,如斯巴鲁森林人和沃尔沃 XC60、XC70、XC90、大众途观等,其布置方案如图 11-5d 所示。该系统的显著特点就是它在继承全时四驱和分时四驱的优点的同时,弥补了它们的不足,操作方便,燃油经济性与两驱接近,制造成本相对全时四驱低,主动安全性不如全时四驱,是最近几年发展起来的技术。

全时四驱是指汽车在整个行驶过程中一直保持四轮驱动的模式。一般前后轴之间装有中央差速器消除前后轴转速差的工作,可以实现任何时候都保证四轮驱动。按全时四驱的差速器结构不同可分为纯机械托森式(Torsen) C 型或其他类型的机械中央差速器、液体黏性联轴式差速器和多片离合器式限滑差速器(LSD)三大类。

托森式 C 型中央差速器直接通过机械,无电控的采集、发出、控制信号这一过程,因此可靠性更强,应用在奥迪 A6、Q5、Q7、A8L、A4L 等车型上,其布置方案如图 11-5e 所示。而丰田普拉多全时四驱系统在此基础上又增加了牙嵌式差速锁,其布置方案如图 11-5f 所示。它的优点是纯机械,极为可靠,反应速度快、线性度好;缺点是体积和质量大、成本高。

液体黏性联轴式差速器利用硅油的温度特性,使温度正常时前后轮允许有不同的角速度、打滑时黏液温度上升、阻尼上升从而限制滑动,以使前后轴维持最低的转矩输出,达到限滑的目的。例如斯巴鲁 2.0 手动档车型,其布置方案如图 11-5g 所示。它的优点是体积小、重量轻、成本较低;缺点是反应速度相对较慢、线形度较差、不具备锁止能力等。

多片离合器式限滑差速器由 ECU 提前检测打滑从而做出控制。从动轮的转矩可以在 0~50% 间自由调整。如 Jeep 大切诺基 5.7L、奔驰 M 级等车型,其布置方案如图 11-5h 所示。它的优点是反应速度很快,可瞬间结合,电控结合,无须手动控制等,缺点是无法完全锁止,而且长时间处于极限差速时很容易过热,耐久度不佳,切换也不