



普通高等教育“十五”国家级规划教材



面向21世纪课程教材
Textbook Series for 21st Century

汽车构造 (下册)

第3版

吉林大学 陈家瑞 主编



Automobile



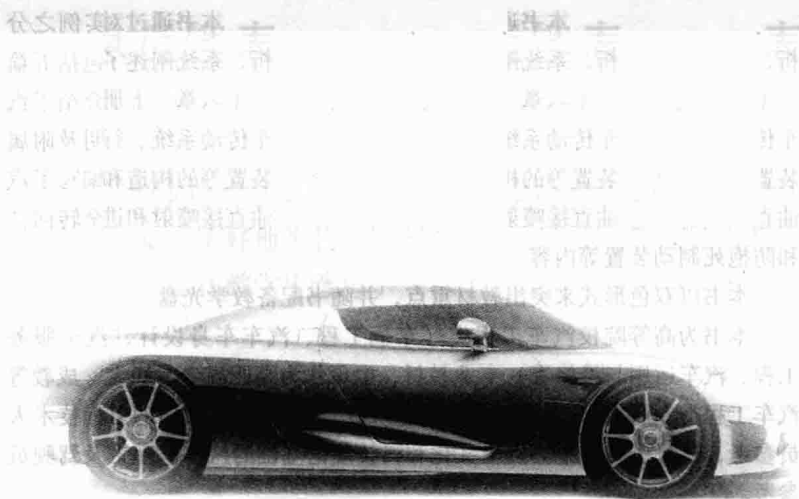
机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



附赠1CD

普通高等教育“十五”国家级规划教材

面向**21**世纪课程教材



主 编 陈家瑞

副主编 张建文

参 编 高 莹 于秀敏 林学东

刘玉梅 马天飞 宋传学

姚为民 冯 原

主 审 边耀璋

汽车构造

第3版

(下册)



机械工业出版社

本书通过对活塞式内燃机汽车的各总成、部件的典型结构实例之分析,系统阐述了现代汽车的构造和工作原理。本书分上、下册,包括五篇二十六章。上册为总论和第一篇汽车发动机;下册为其余四篇,介绍了汽车传动系统、行驶系统、转向系统、制动系统、车身、仪表、照明及附属装置等的构造和工作原理。本书还结合安全和排放法规的要求,编写了汽油直接喷射和进、排气系统及发动机有害排放物的控制,以及安全转向柱和防抱死制动装置等内容。

本书以双色形式来突出教材重点,并随书配备教学光盘。

本书为高等院校汽车工程类(车辆工程、汽车车身设计、汽车服务工程、汽车运用与维修等)专业教材,也可作为高职高专、职大、成教等汽车工程类专业教材,并可供汽车工业部门、汽车运输部门的工程技术人员参考,还可供具有中等以上文化和科技理论基础的汽车修理工及驾驶员参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车构造.下册/陈家瑞主编. —3版. —北京:机械工业出版社, 2009.2 (2011.2重印)

普通高等教育“十五”国家级规划教材.面向21世纪课程教材
ISBN 978-7-111-15617-8

I. 汽... II. 陈... III. 汽车-构造-高等学校-教材 IV. U463

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第010403号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)
责任编辑:赵爱宁 版式设计:霍永明 责任校对:刘志文
封面设计:王伟光 责任印制:杨曦
北京双青印刷厂印刷

2011年2月第3版第6次印刷

184mm×260mm·27印张·666千字

标准书号:ISBN 978-7-111-15617-8

ISBN 978-7-89482-996-2(光盘)

定价:57.00元(含1CD)

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

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010)68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010)88379649

读者服务部:(010)68993821

封面无防伪标均为盗版

本书是教育部面向21世纪课程教材,普通高等教育“九五”部级重点教材和普通高等教育“十五”国家级规划教材。

本书全面而系统地阐述了汽车总体及其各总成部件的结构和工作原理,可以作为高等院校汽车类专业的教材,也可以供汽车设计制造、汽车运用及修理、汽车运输管理等相关方面的工程技术人员,以及具有中等以上文化和科技理论基础的汽车修理工及驾驶员参考。

鉴于当前立体化教学和精品化教材的需要,本次修订完成了以下几个方面的工作:

- 1) 将原教材的单色改为双色,即把教材中的重点内容改为红色,以突出重点,使读者更容易学习和掌握。
- 2) 配套出版教学光盘。
- 3) 修改《汽车构造》第2版中遗留的文字和图形错误。

本修订版由吉林大学汽车工程系编写。参加编写的有陈家瑞、张建文、高莹、于秀敏、林学东、刘玉梅、马天飞、宋传学、姚为民、冯原,主编为陈家瑞,副主编为张建文。本书由长安大学边耀璋教授担任主审。

本书配套教学光盘是在原吉林工业大学汽车工程系早期编制的《汽车构造》CAI课件的基础上完善形成的,利用声音配合图片、动画对教材主要内容进行详细的讲解。该课件在1998年先后获得东北地区CAI成果展示会二等奖和吉林省教委教学成果二等奖。光盘内容由王伟华负责策划编制,其他参加编制的有马天飞、姚为民、陈静。在此,对他们以及为此教学光盘付出辛勤工作的所有同志表示衷心的感谢。

在编写本书过程中,得到第一汽车集团总公司、长春一汽汽车技术中心、天津中国汽车技术研究中心、一汽大众汽车有限公司、上海大众汽车有限公司、武汉神龙汽车有限公司、第二汽车制造厂、二汽技术中心、济南汽车制造厂、中国重型汽车集团公司、一汽轿车股份有限公司、南京汽车制造厂、北京汽车摩托车联合制造公司、北京吉普汽车有限公司等单位有关同志的大力支持和帮助,谨此一并表示衷心感谢。

恳切希望使用本教材的高校师生与广大读者提出批评指正。

编者

本书是普通高等教育机电类“九五”和“十五”国家级规划教材，于1997年被原国家教育委员会立项为“九五”国家级重点教材，并于2003年获吉林大学优秀教材一等奖。本书是由吉林大学汽车工程系（原吉林工业大学汽车工程系）编写，机械工业出版社出版的《汽车构造》的修订版。本书全面而系统地阐述了汽车总体及其各总成部件的结构和工作原理，以作为高等院校有关专业的教材，也可以供汽车设计制造、汽车运用及修理、汽车运输管理等相关方面的工程技术人员，以及具有中等以上文化和科技理论基础的汽车修理工及驾驶员参考。

汽车结构复杂，类型繁多，但是目前世界各国生产的商业化汽车，仍然是以活塞式内燃机为动力的传统结构。虽然各个系统或总成部件的结构形式不尽相同，但功能要求相同，因此本书仍沿用了第1版的体系。通过对国产汽车，特别是国产轿车有限的几种实例进行了结构和工作原理分析，力求使读者深入而系统地掌握汽车结构的一般规律，以期取得举一反三、触类旁通的效果。在讨论整车及其各个组成系统或部件时，特别注意阐述整体功能要求，以及各组成部件之间在结构和功能上的有机联系。在介绍各种不同结构形式时，首先通过一种比较常见的、具有代表性的典型实例，说明在一般使用条件下，为了满足主要功能而采用的一般结构措施，然后再介绍在某种特定条件和要求下发展而来的某些形式的结构及功能特点。在选用典型实例时，尽量采用国产轿车的结构图，删除了第1版中一些中、重型货车的陈旧结构图。

本书名词术语和计量单位符合国家相关标准和规范的要求，力求做到文字准确、简练、流畅，插图清楚、正确，文稿、图稿配合合理，内容阐述条理清晰，富有启发性，便于读者自学。

本书内容主要包括总论及五篇二十六章，由陈家瑞担任主编，张建文担任副主编。编写成员及分工为：张建文（总论、第十三章、第十四章、第十七章）、高莹（第一章、第二章、第三章、第八章、第九章）、于秀敏（第四章、第五章）、林学东（第六章、第七章、第十二章）、刘玉梅（第十章、第十一章）、马天飞（第十五章、第二十三章、第二十四章）、宋传学（第十六章）、姚为民（第十八章、第十九章、第二十章、第二十一章、第二十二

章)、冯原(第二十五章、第二十六章)。全书分上、下两册,上册为总论、第一篇(第一章~第十二章);下册为第二、三、四、五篇(第十三章~第二十六章)。

本书由长安大学边耀璋教授担任主审,他对本书初稿进行了认真仔细的审阅,并提出了不少宝贵的修改意见。本书在编写过程中,参考了大量国内外相关资料,并承蒙第一汽车集团总公司、长春一汽汽车技术中心、天津中国汽车技术研究中心、一汽大众汽车有限公司、上海大众汽车有限公司、武汉神龙汽车有限公司、第二汽车制造厂、二汽技术中心、济南汽车制造厂、中国重型汽车集团公司、一汽轿车股份有限公司、南京汽车制造厂、北京汽车摩托车联合制造公司、北京吉普汽车有限公司等单位有关同志的大力支持和帮助,谨此一并表示衷心感谢。

最后,竭诚欢迎使用本书的高校师生、广大读者对书中的误漏之处提出批评指正,以便交流探讨,再版时进行修改和补充。

吉林大学汽车工程系
《汽车构造》编写组

第一章) [插图], (章四十二第, 页总) 森单老; 次 (工分) 员如
图兴赫, (章四十第, 章三十第, 章四第, 章三第, 章二第, 章
麻世, (章二十第, 章成第, 章八第, 章十第, 章六第, 章五第)
宋, (章一十二第, 章五十第) 英立李, (章一十第, 章十第) 芝
三十二第, 章二十二第, 章十第) 谢家朝, (章六十第) 李封
(章十二第, 章六十第, 章八十第) 生宝范, (章五十二第, 章
二十第-章一第) 篇一第, 分总依册上, 册出册例不, 上分件全
吉, (章五十二第-章三十第) 篇正, 四, 三, 二第依册不; (章
。书序学建材数等并附件本依并至训学半完学大业工林
建业寺外如自及野工赫赫学等高国全, 中野过司解件本立

本书为全国高等学校机械工程及自动化专业的“九五”规划教材，并于1997年被原国家教育委员会立项为“九五”国家级重点教材。本书全面而系统地阐述汽车整体及部件的结构和工作原理，以作为高等院校有关专业的教材，也可以供汽车制造、汽车运用及修理、汽车运输管理等方面的工程技术人员，以及具有中等以上文化和科技理论基础的汽车修理工及驾驶员参考。

汽车结构复杂、类型繁多，但是目前世界各国生产的商业化汽车，仍然是以活塞式内燃机为动力的传统结构。虽然各个组成系统或部件的结构形式不同，但功能要求相同，因此编写时仍沿用了原《汽车构造》的体系。它是通过对国产汽车，特别是国产轿车有限的几种实例进行分析阐述，使读者较为深入地掌握汽车结构的一般规律，以期取得举一反三，触类旁通的效果。在讨论整车及其各个组成系统或部件时，都特别注意阐述整体功能要求，以及各组成部件之间在结构和功能上的有机联系。在介绍各种不同结构形式时，首先通过一种比较常见的，具有代表性的典型实例，说明在一般使用条件下，为满足主要功能要求而采取的一般结构措施，然后再介绍在某些特定条件和要求下发展而来的某些形式的结构及功能特点。在选用典型实例时，尽量采用国产轿车的结构图，删除中、重型货车的陈旧结构图，但没有合适的轿车结构图时，只好采用中、重型货车的结构图或保留原书的某些图。

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。

本书内容包括总论及五篇二十五章。由陈家瑞任主编，编写成员（分工）为：李卓森（总论、第二十四章）、林明芳（第一章、第二章、第三章、第四章、第十三章、第十四章）、蒋兴阁（第五章、第六章、第七章、第八章、第九章、第十二章）、马淑芝（第十章、第十一章）、李红英（第十五章、第二十一章）、宋传学（第十六章）、陈家瑞（第十七章、第二十二章、第二十三章、第二十五章）、张宝生（第十八章、第十九章、第二十章）。全书分上、下两册出版，上册为总论、第一篇（第一章~第十二章）；下册为第二、三、四、五篇（第十三章~第二十五章）。吉林工业大学汽车学院还将为本书制作多媒体教学软件。

在本书编写过程中，全国高等学校机械工程及自动化专业教

学指导委员会汽车与拖拉机专业指导小组给予本书关怀与指导，并于 1999 年 12 月在北京组织召开了审稿会，与会专家和主审西安公路交通大学边耀璋教授提出了许多宝贵意见和建议，对提高本书质量给予了很大帮助，在此致以衷心的感谢。

本书在编写过程中，承蒙第一汽车制造厂、长春汽车研究所、天津中国汽车技术研究中心、一汽大众汽车有限公司、上海大众汽车有限公司、神龙汽车有限公司、第二汽车制造厂、济南汽车制造厂、北京汽车摩托车联合制造公司、南京汽车制造厂、中国重型汽车集团公司技术发展中心、一汽轿车股份有限公司、一汽吉林轻型车厂、第一汽车制造厂化油器厂、一汽金杯汽车股份有限公司等单位的大力支持和帮助，并提供了有关图样及资料，谨此致谢。

本书的出版得到了上海发展汽车工业教育基金会、乐泰（中国）有限公司以及吉林工业大学教材建设基金会的资助。

最后，殷切期望广大读者对书中误漏之处予以批评指正。

吉林工业大学

《汽车构造》编写组

2000 年 5 月于长春

91	微动变矩器	第二章	11	柴油机的配气机构	第十章
92	离合器	第三章	11	《汽车构造》编写组	第十章
93	变速器	第四章	13	2000 年 5 月于长春	第十章
94	万向传动装置	第五章	14	离合器的组成	第十章
95	桥壳	第六章	14	离合器的操纵机构	第十章
96	悬架	第七章	14	离合器的调整	第十章
97	车轮与轮胎	第八章	14	离合器的故障诊断与排除	第十章
98	制动	第九章	14	离合器的性能评价	第十章
99	转向	第十章	14	离合器的应用	第十章
100	灯光	第十一章	14	离合器的未来发展	第十章
101	汽车电气设备	第十二章	14	离合器的参考资料	第十章
102	汽车安全	第十三章	14	离合器的参考文献	第十章
103	汽车环保	第十四章	14	离合器的参考文献	第十章
104	汽车美容	第十五章	14	离合器的参考文献	第十章
105	汽车维修	第十六章	14	离合器的参考文献	第十章
106	汽车检测与诊断	第十七章	14	离合器的参考文献	第十章
107	汽车修理	第十八章	14	离合器的参考文献	第十章
108	汽车新技术	第十九章	14	离合器的参考文献	第十章
109	汽车案例	第二十章	14	离合器的参考文献	第十章
110	汽车法规	第二十一章	14	离合器的参考文献	第十章
111	汽车标准	第二十二章	14	离合器的参考文献	第十章
112	汽车术语	第二十三章	14	离合器的参考文献	第十章
113	汽车缩略语	第二十四章	14	离合器的参考文献	第十章
114	汽车参考文献	第二十五章	14	离合器的参考文献	第十章
115	汽车参考文献	第二十六章	14	离合器的参考文献	第十章
116	汽车参考文献	第二十七章	14	离合器的参考文献	第十章
117	汽车参考文献	第二十八章	14	离合器的参考文献	第十章
118	汽车参考文献	第二十九章	14	离合器的参考文献	第十章
119	汽车参考文献	第三十章	14	离合器的参考文献	第十章
120	汽车参考文献	第三十一章	14	离合器的参考文献	第十章
121	汽车参考文献	第三十二章	14	离合器的参考文献	第十章
122	汽车参考文献	第三十三章	14	离合器的参考文献	第十章
123	汽车参考文献	第三十四章	14	离合器的参考文献	第十章
124	汽车参考文献	第三十五章	14	离合器的参考文献	第十章
125	汽车参考文献	第三十六章	14	离合器的参考文献	第十章
126	汽车参考文献	第三十七章	14	离合器的参考文献	第十章
127	汽车参考文献	第三十八章	14	离合器的参考文献	第十章
128	汽车参考文献	第三十九章	14	离合器的参考文献	第十章
129	汽车参考文献	第四十章	14	离合器的参考文献	第十章
130	汽车参考文献	第四十一章	14	离合器的参考文献	第十章
131	汽车参考文献	第四十二章	14	离合器的参考文献	第十章
132	汽车参考文献	第四十三章	14	离合器的参考文献	第十章
133	汽车参考文献	第四十四章	14	离合器的参考文献	第十章
134	汽车参考文献	第四十五章	14	离合器的参考文献	第十章
135	汽车参考文献	第四十六章	14	离合器的参考文献	第十章
136	汽车参考文献	第四十七章	14	离合器的参考文献	第十章
137	汽车参考文献	第四十八章	14	离合器的参考文献	第十章
138	汽车参考文献	第四十九章	14	离合器的参考文献	第十章
139	汽车参考文献	第五十章	14	离合器的参考文献	第十章
140	汽车参考文献	第五十一章	14	离合器的参考文献	第十章
141	汽车参考文献	第五十二章	14	离合器的参考文献	第十章
142	汽车参考文献	第五十三章	14	离合器的参考文献	第十章
143	汽车参考文献	第五十四章	14	离合器的参考文献	第十章
144	汽车参考文献	第五十五章	14	离合器的参考文献	第十章
145	汽车参考文献	第五十六章	14	离合器的参考文献	第十章
146	汽车参考文献	第五十七章	14	离合器的参考文献	第十章
147	汽车参考文献	第五十八章	14	离合器的参考文献	第十章
148	汽车参考文献	第五十九章	14	离合器的参考文献	第十章
149	汽车参考文献	第六十章	14	离合器的参考文献	第十章

目 录

第3版前言
第2版前言
第1版前言

第二篇 汽车传动系统

第十三章 汽车传动系统概述..... 2	变速器..... 71
思考题..... 10	第一节 液力机械传动..... 71
第十四章 离合器..... 11	第二节 机械式无级变速器..... 91
第一节 概述..... 11	思考题..... 97
第二节 摩擦离合器..... 13	第十七章 万向传动装置..... 98
第三节 离合器操纵机构..... 32	第一节 概述..... 98
思考题..... 40	第二节 万向节..... 100
第十五章 变速器与分动器..... 41	第三节 传动轴和中间支承..... 111
第一节 变速器的变速传动机构..... 41	思考题..... 116
第二节 同步器..... 53	第十八章 驱动桥..... 117
第三节 变速器操纵机构..... 61	第一节 主减速器..... 118
第四节 分动器..... 66	第二节 差速器..... 133
思考题..... 70	第三节 半轴与桥壳..... 151
第十六章 液力机械传动和机械式无级	思考题..... 156

第三篇 汽车行驶系统

第十九章 汽车行驶系统概述..... 158	第二十一章 车桥和车轮..... 169
思考题..... 160	第一节 车桥..... 169
第二十章 车架..... 161	第二节 车轮与轮胎..... 179
第一节 边梁式车架..... 161	思考题..... 197
第二节 中梁式车架..... 165	第二十二章 悬架..... 199
第三节 综合式车架和承载式车身..... 166	第一节 概述..... 199
思考题..... 168	

第二节 减振器·····	201	第六节 多轴汽车的平衡悬架·····	237
第三节 弹性元件·····	206	第七节 主动悬架和半主动悬架·····	241
第四节 非独立悬架·····	215	思考题·····	243
第五节 独立悬架·····	225		

第四篇 汽车转向系统与制动系统

第二十三章 汽车转向系统 ·····	246	第二十四章 汽车制动系统 ·····	283
第一节 概述·····	246	第一节 概述·····	283
第二节 转向器及转向操纵机构·····	250	第二节 制动器·····	285
第三节 转向传动机构·····	257	第三节 人力制动系统·····	311
第四节 转向加力装置·····	261	第四节 伺服制动系统·····	318
第五节 转向油罐与转向液压泵·····	275	第五节 动力制动系统·····	331
第六节 电动助力转向系统·····	278	第六节 制动力调节装置·····	354
思考题·····	282	第七节 辅助制动系统·····	365
		思考题·····	370

第五篇 汽车车身、仪表、照明及附属装置

第二十五章 汽车车身 ·····	374	第一节 汽车仪表·····	395
第一节 车身壳体、车门及其附件·····	374	第二节 照明装置及信号装置·····	402
第二节 空调系统、座椅及安全防护装置·····	381	第三节 风窗刮水器、风窗洗涤器及风窗 除霜装置·····	409
第三节 货箱·····	390	第四节 汽车防盗装置和中控门锁·····	415
思考题·····	394	思考题·····	418
第二十六章 汽车仪表、照明及附属装 置 ·····	395	参考文献 ·····	419

汽车传动系统

第二篇

汽车传动系统

汽车传动系统是汽车的重要组成部分，其主要作用是传递发动机的动力，并改变转速和转矩，以适应汽车在不同行驶条件下的需要。汽车传动系统主要由离合器、变速器、传动轴、万向节、半轴、驱动桥等部件组成。图 1-1 所示为汽车传动系统的组成示意图。图中 1 为离合器，2 为变速器，3 为传动轴，4 为万向节，5 为半轴，6 为驱动桥。图中还显示了发动机的飞轮、曲轴、凸轮轴等部件，以及发动机的冷却系统、润滑系统等。



图 1-1 汽车传动系统的组成示意图
 1-离合器 2-变速器 3-传动轴 4-万向节 5-半轴 6-驱动桥

汽车传动系统

汽车传动系统是汽车的重要组成部分，其主要作用是传递发动机的动力，并改变转速和转矩，以适应汽车在不同行驶条件下的需要。汽车传动系统主要由离合器、变速器、传动轴、万向节、半轴、驱动桥等部件组成。图中 1 为离合器，2 为变速器，3 为传动轴，4 为万向节，5 为半轴，6 为驱动桥。图中还显示了发动机的飞轮、曲轴、凸轮轴等部件，以及发动机的冷却系统、润滑系统等。

第十三章 汽车传动系统概述

一、汽车传动系统的组成与功能

汽车传动系统是位于发动机和驱动车轮之间的动力传动装置，其基本功用是将发动机发出的动力传给驱动车轮。

1. 汽车传动系统的组成

汽车传动系统的组成及其在汽车上的布置形式，取决于发动机的形式和性能、汽车总体结构形式、汽车行驶系统及传动系统本身的结构形式等许多因素。目前广泛应用于普通双轴货车上，并与活塞式内燃机配用的机械式传动系统的组成及布置形式如图 13-1 所示。发动机纵向安置在汽车前部，并且以后轮为驱动轮。图中有标号的部分为传动系统。发动机发出的动力依次经过离合器 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，最后传到驱动车轮。

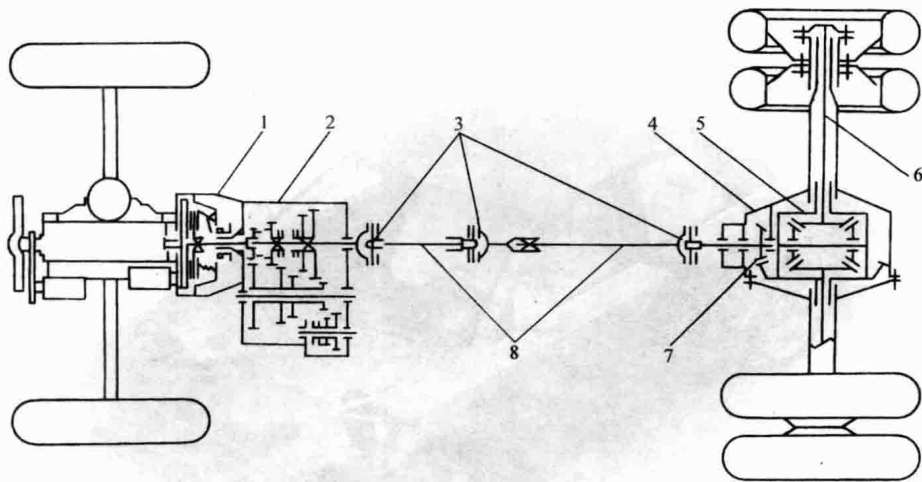


图 13-1 机械式传动系统的组成及布置示意图

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

2. 汽车传动系统的功能

传动系统的首要任务是与发动机协同工作，以保证汽车在各种行驶条件下正常行驶所必需的驱动力与车速，并使汽车具有良好的动力性和燃油经济性。为此，任何形式的传动系统都必须具有以下功能。

(1) 实现减速增矩 只有当作用在驱动轮上的驱动力足以克服外界对汽车的阻力时，汽车方能起步并正常行驶。由试验得知，即使汽车在平直的沥青路面上以低速匀速行驶，也

需要克服数值约相当于 1.5% 汽车总重力的滚动阻力。以东风 EQ1090E 型汽车为例, 该车满载质量为 9290kg (总重力为 91104N), 其最小滚动阻力约为 1376N。若要求该车在满载时能在坡度为 30% 的道路上匀速上坡行驶, 则需要克服的上坡阻力即达 2734N。该车所采用的 6100Q—1 型发动机所能产生的最大转矩为 353N·m (此时发动机转速为 1200 ~ 1400r/min)。假设将这一转矩直接如数传给驱动轮, 则驱动轮可能得到的驱动力仅为 784N。显然, 在此情况下, 汽车不仅不能爬坡, 即使在平直的良好路面上也不可能行驶。

另一方面, 6100Q—1 型发动机在最大功率 99.3kW 时的转速为 3000r/min。假如将发动机与驱动轮之间直接连接, 则对应这一发动机转速的汽车速度将达 510km/h。这样高的车速既不实用, 又不可能实现 (因为相应的驱动力太小, 汽车根本无法起步)。

为解决上述矛盾, 必须使传动系统具有减速增矩的作用, 亦即使驱动轮的转速降低为发动机转速的若干分之一, 相应地驱动轮所得到的转矩则增大到发动机转矩的若干倍。此项功能通常由变速器 2 (传动比以 i_g 表示) 和驱动桥 4 中的主减速器 7 (传动比以 i_0 表示) 共同来实现。在机械式传动系统中, 若不计摩擦损失, 则驱动轮的转矩与发动机的转矩之比等于发动机转速与驱动轮转速之比。该比值称为传动系统的传动比, 以符号 i 表示。

汽车的使用条件, 诸如汽车的装载质量、道路坡度、路面状况以及道路宽度和曲率、交通情况所允许的车速等等, 都在很大范围内不断变化, 这就要求汽车驱动力和速度也有相当大的变化范围。另一方面, 从第一章可知, 就活塞式内燃机而言, 在其整个转速范围内转矩的变化不大, 而功率及燃油消耗率的变化却很大, 因而保证发动机功率较大而燃油消耗率较低的曲轴转速范围, 即有利转速范围是很窄的。为了使发动机能保持在有利转速范围内工作, 而汽车驱动力和速度又在足够大的范围内变化, 应当使传动系统传动比在最大值和最小值之间变化, 即传动系统应起变速作用。此项功能通常由变速器 2 来实现。

传动系统中的变速器和驱动桥中的主减速器是串联的, 整个传动系统总的传动比等于变速器和主减速器传动比的乘积, 即 $i = i_g i_0$ 。传动系统传动比的最小值 i_{\min} 应保证汽车能在平直良好的路面上克服滚动阻力和空气阻力, 并以相应的最高速度行驶。通常变速器直接挡的传动比为最小值 ($i_g = 1$), 则整个传动系统的最小传动比 i_{\min} 就等于主减速器的传动比 i_0 。轿车和轻型货车的 i_{\min} 一般为 3 ~ 6, 中、重型货车的 i_{\min} 一般为 6 ~ 15。

当要求驱动力足以克服最大行驶阻力, 或要求汽车具有某一最低稳定速度时, 传动系统传动比就相应取为最大值 i_{\max} 。整个传动系统传动比的最大值 i_{\max} 等于变速器的一挡传动比 i_{g1} 与主减速器传动比 i_0 的乘积。 i_{\max} 在轿车上约为 12 ~ 18, 在轻、中型货车上约为 35 ~ 50 (EQ1090E 型汽车的 i_{\max} 为 47.35)。

若传动比在一定范围内的变化是连续的和渐进的, 则称为无级变速。无级变速可以保证发动机保持在最有利的工况下工作, 因而有利于提高汽车的动力性和燃油经济性。但对机械式传动系统而言, 实现无级变速比较困难。因此, 大部分机械式传动系统是有级变速的, 即变速器的挡位数是有限的。一般轿车和轻、中型货车的传动比有 3 ~ 5 挡, 越野汽车和重型货车的传动比可多达 8 ~ 10 挡。实现有级变速的结构措施, 大多数是只在主减速器之前的辅助减速机构中设置并联的若干对减速齿轮, 其传动比 i_g 各不相同, 而且任何一对齿轮都可以在驾驶员操纵下加入或退出传动。在汽车行驶过程中, 驾驶员可根据需要选用其中一对齿轮与主减速器串联传动, 以获得不同的传动系统总传动比 $i = i_g i_0$ 。在良好道路上欲使汽车以

较高速度行驶时,则可选用变速器中传动比较小的挡位,即高速挡;在艰难道路上行驶或爬越较大坡度时,则可选用变速器中传动比较大的挡位,即低速挡。绝大多数变速器的最高挡传动比为1,即变速器不起减速作用,仅依赖于主减速器实现减速。

有些重型汽车在变速器与主减速器之间还加设一个辅助变速机构——副变速器,必要时还将主减速器也设计成两个挡位,借以增加传动系统传动比的挡位数。

(3) 实现汽车倒驶 汽车在某些情况下(如进入停车场或车库,在狭窄路面上调头时),需要倒向行驶。然而,发动机是不能反向旋转的,与发动机共同工作的传动系统必须在其旋转方向不变的情况下,使驱动轮反向旋转。一般结构措施是在变速器内加设具有中间减速齿轮副的倒挡机构。

(4) 必要时中断传动系统的动力传递 发动机只能在无负荷情况下起动,而且起动后的转速必须保持在最低稳定转速之上,否则可能会熄灭。所以,在汽车起步之前,必须将发动机到驱动轮的动力传递路线切断,以便起动发动机。发动机进入正常怠速工况运转后,再逐渐地恢复传动系统的传动能力,亦即从零开始逐渐对发动机曲轴加载,同时加大节气门的开度,以保证发动机不致熄灭,且汽车能平稳起步。此外,在变换传动系统传动比挡位(换挡)和对汽车进行制动之前,也都有必要暂时中断动力传递。为此,在发动机与变速器之间可装设一个依靠摩擦来传递动力,且其主动和从动部分可在驾驶员操纵下彻底分离,随后再柔和接合的机构——离合器1。

在汽车长时间停车或在发动机不停止运转情况下使汽车暂时停车,以及在汽车获得相当高的车速后,欲停止对汽车供给动力,使之靠自身惯性进行长距离滑行时,传动系统应能长时间保持在中断动力传递状态。为此,变速器应设有空挡,通过驾驶员操纵使各挡齿轮都能保持在脱离传动的位置。

(5) 应使两侧驱动车轮具有差速作用 当汽车转弯行驶时,左右两侧车轮在相同的时间内滚过的距离是不同的,如果两侧驱动轮用一根刚性轴驱动,则两者角速度必然相同,因而在汽车转弯时必然产生车轮相对于地面的滑动现象。这将使转向困难、汽车的动力消耗增加、传动系统内某些零件和轮胎加速磨损,所以驱动桥4内装有差速器5,使左右两驱动轮可以以不同的角速度旋转。动力由主减速器先传到差速器,再由差速器分配给左右两半轴6,最后传到两侧的驱动轮。

此外,由于发动机、离合器和变速器固定在车架上,而驱动桥和驱动轮一般是通过弹性悬架与车架相联系的,因此在汽车行驶过程中,变速器与驱动轮之间经常有相对运动。在此情况下,两者之间不能用简单的整体传动轴来传动,而应采用图13-1所示的由万向节3和传动轴8组成的万向传动装置。

根据汽车传动系统中传动元件的特征,传动系统可分为机械式、液力式和电力式等类型。

二、机械式传动系统的布置方案

机械式传动系统的布置方案与汽车的总体布置方案是相适应的,可分为以下几种。

1. 发动机前置后轮驱动的FR方案

图13-1所示的机械式传动系统是4×2型汽车的传统总体布置方案,即发动机前置后轮驱动的FR方案,主要应用在载货汽车上,在部分轿车和客车上也有应用。该方案的优点是

维修发动机方便，离合器、变速器的操纵机构简单，货箱地板高度低，前、后轮的轴荷分配比较合理；其缺点是需要一根较长的传动轴，这不仅增加了整车质量，而且影响了传动系统的效率。

2. 发动机前置前轮驱动的 FF 方案

FF 方案是将发动机 1、离合器 2、变速器 3 与主减速器 5、差速器 6 等都装配在一起，成为一个十分紧凑的整体，固定在汽车前面的车架或车身底架上，前轮为驱动轮，因此，在变速器和驱动桥之间省去了万向节和传动轴，如图 13-2 所示。

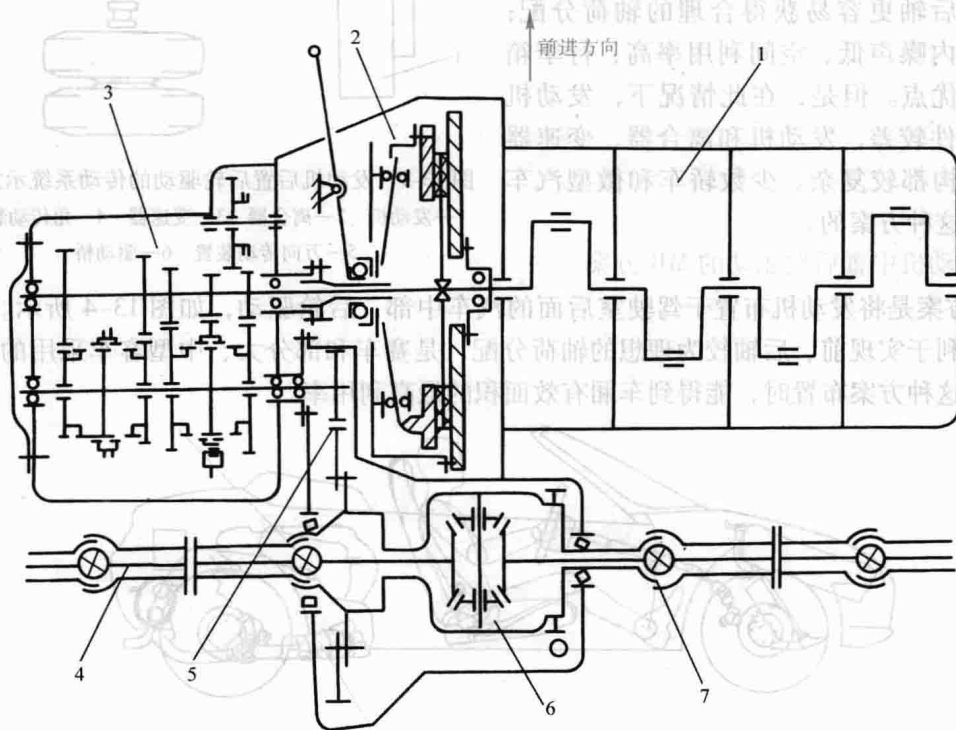


图 13-2 发动机前置前轮驱动的传动系统示意图

- 1—发动机 2—离合器 3—变速器 4—半轴
5—主减速器 6—差速器 7—万向节

发动机在车上的布置可以横置，也可以纵置。在发动机横向布置时，将发动机的曲轴轴线布置成垂直于车身轴线，此时，变速器轴线与驱动桥轴线平行，主减速器可以采用结构、加工都较简单的圆柱斜齿轮副；在发动机纵向布置时，将发动机的曲轴轴线布置成平行于车身轴线，主减速器则大多采用主、从动齿轮轴线垂直的准双曲面或曲线齿锥齿轮副。

FF 方案省去了 FR 方案中变速器和驱动桥之间的万向节和传动轴，使车身底板高度可以降低，有助于提高汽车的乘坐舒适性和高速行驶时的操纵稳定性；整个传动系统集中在汽车前部，因而其操纵机构比较简单。这种布置方案目前已广泛应用于微型和中型轿车上，在中高级和高级轿车上的应用也日渐增多。但由于前轮既是驱动轮，又是转向轮，需要使用等速万向节 7，使结构较为复杂；且前轮的轮胎寿命较短；汽车的爬坡能力相对较差。

图13-3 发动机后置后轮驱动的RR方案。RR方案是将发动机1、离合器2和变速器3都横向布置于驱动桥6之后，驱动桥采用非独立悬架，如图13-3所示。由于驱动桥与变速器之间距离较大，其相对位置经常变化，所以有必要设置角传动装置4和万向传动装置5。大、中型客车广泛采用这种布置方案，使其前、后轴更容易获得合理的轴荷分配；并具有车内噪声低、空间利用率高、行李箱体体积大等优点。但是，在此情况下，发动机的冷却条件较差，发动机和离合器、变速器的操纵机构都较复杂。少数轿车和微型汽车也有采用这种方案的。

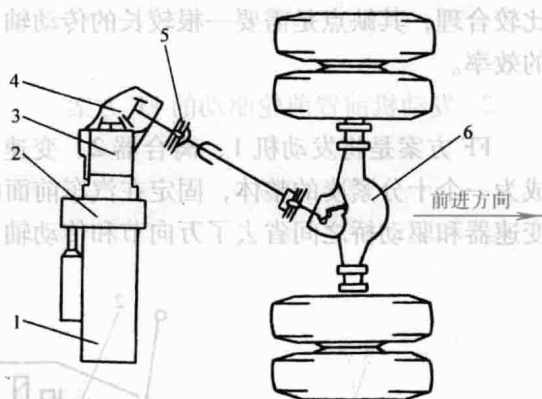


图13-3 发动机后置后轮驱动的传动系统示意图
1—发动机 2—离合器 3—变速器 4—角传动装置
5—万向传动装置 6—驱动桥

4. 发动机中置后轮驱动的MR方案

MR方案是将发动机布置于驾驶室后面的汽车中部，后轮驱动，如图13-4所示。该布置方案有利于实现前、后轴较为理想的轴荷分配，是赛车和部分大、中型客车采用的方案。客车采用这种方案布置时，能得到车厢有效面积的最高利用率。

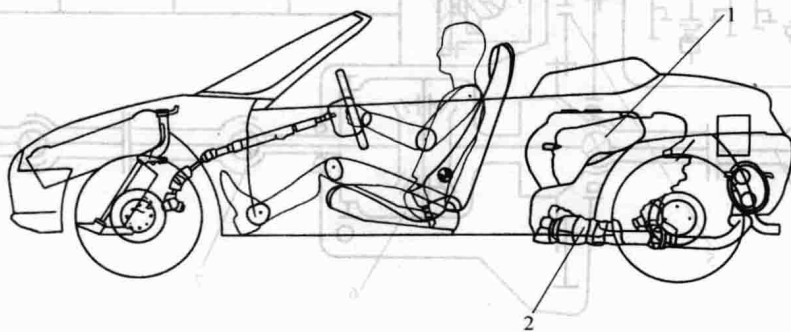


图13-4 发动机中置后轮驱动的传动系统示意图
1—发动机 2—传动系统

5. 全轮驱动的nWD方案

nWD是英文n Wheel Drive的缩写，n是指与车轮总数相等的驱动轮数，表示传动系统是全轮驱动方案，它起源于很早以前的军用车。对于要求能在坏路面或无路地带行驶的越野汽车，为了充分利用所有车轮与地面之间的附着条件，以获得尽可能大的驱动力，提高其通过性，总是将全部车轮都作为驱动轮。这时在变速器后要设置分动器，将动力分配给各驱动轮。对于三桥和四桥驱动的越野汽车，如采用贯通式驱动桥替代非贯通式驱动桥，可简化结构布置，减少零件数，提高零件的通用性，如图13-5所示。

四桥驱动的越野汽车也可采用侧边式及混合式的布置，如图13-6所示。

有些轿车为了在提高整车牵引性和通过性的同时，改善汽车的行驶稳定性、制动性和转向特性，也采用全轮驱动的方案。图13-7所示为德国宝马4WD轿车的传动系统布置图。从图中可以看出，前桥1和后桥8都是驱动桥。为了将变速器3输出的动力分配给前、后两驱

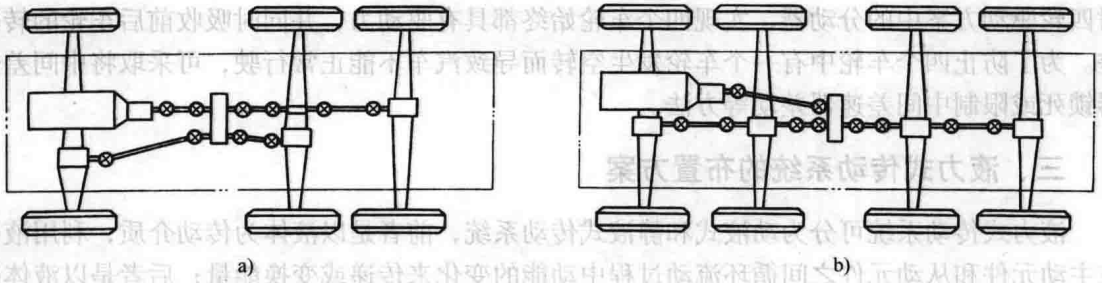


图 13-5 多桥驱动越野汽车的传动系统布置示意图

a) 6×6 汽车的非贯通式驱动桥的布置 b) 8×8 汽车的贯通式驱动桥的布置

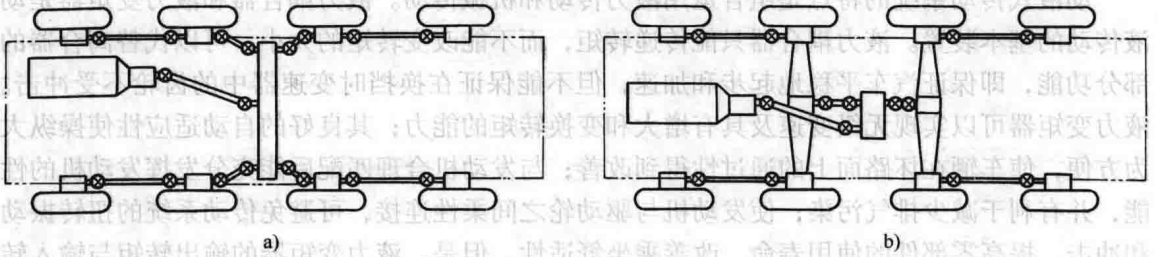


图 13-6 8×8 越野汽车的侧边式及混合式的布置

a) 侧边式布置 b) 混合式布置

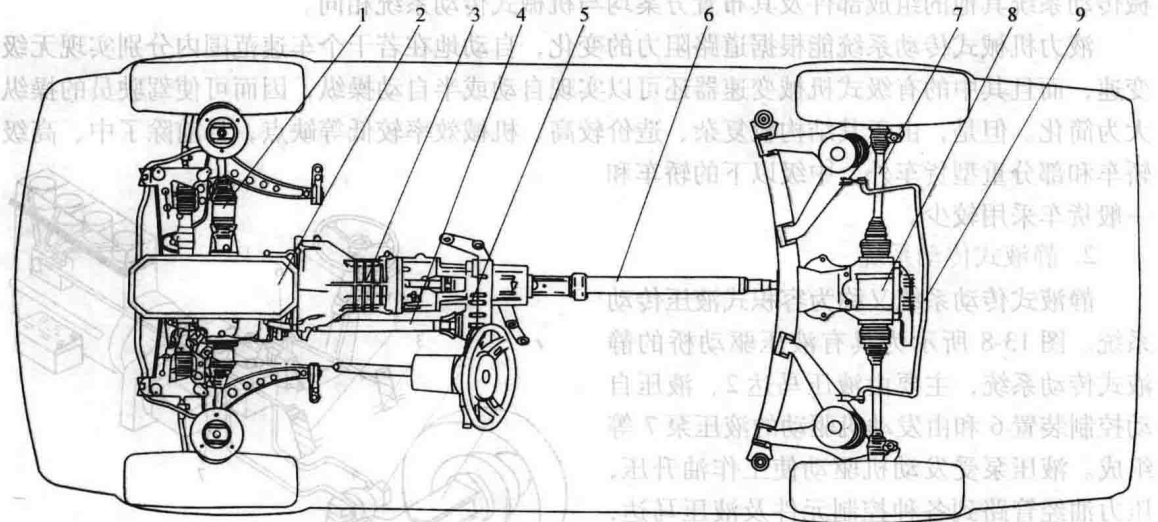


图 13-7 4WD 轿车的传动系统布置图

1—前驱动桥 2—发动机 3—变速器 4—前传动轴 5—分动器 6—后传动轴
7—后驱动桥的半轴 8—后驱动桥 9—横向稳定器

动桥，在变速器与两驱动桥之间设置有分动器 5，并且相应增设了自分动器通向前驱动桥的前传动轴 4。这种驱动形式称为短时四轮驱动，它的特点是根据行驶需要驾驶员可通过拨叉或开关操纵分动器，使前桥接通或断开，实现四轮驱动和两轮驱动切换。还有一种驱动形式称为常时四轮驱动，它的特点是用锥齿轮式中间差速器或粘性联轴器式中间差速器代替短