



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

清华大学汽车工程系列教材

汽车构造

—底盘工程

Automobile Construction
Chassis Engineering

主 编 徐石安
Xu Shian

副主编 季学武 仇斌 上官文斌
Ji Xuewu Qiu Bin Shangguan Wenbin

清华大学出版社

Automobile Construction
Chassis Engineering



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

清华大学汽车工程系列教材

汽车构造

—底盘工程

Automobile Construction Chassis Engineering

主 编 徐石安
Xu Shian

副主编 季学武 仇斌 上官文斌
Ji Xuewu Qiu Bin Shangguan Wenbin

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

全书共分12章,着重于介绍汽车底盘的结构及其技术的发展趋势。第1章动力传动系统及其悬置系统的布置,除了从汽车总体布置的角度全面介绍各类传动系统外,还增加了现今非常重视的发动机悬置系统的构造及技术方面的内容。第2~6章分别叙述传动系的各主要总成,包括摩擦式离合器、变速器及分动器(手动)、自动传动系统、万向节与传动轴、主减速器与车轮传动。本书将车桥与悬架合成为第7章,对车轮定位问题作了更为细致的说明。第8章为车轮与轮胎,第9章为车架,车架中也介绍了承载式车身结构。第10、11章分别为转向系统与汽车制动系统,第12章专门介绍电动汽车的常识性内容,如电机驱动装置、蓄电池、混合动力及燃料电池汽车。

本书可作为大学本科车辆工程类专业汽车构造(底盘)的教材,也可供汽车工程技术人员作为汽车设计的辅助读物。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

汽车构造:底盘工程/徐石安主编. —北京:清华大学出版社,2008.3

(清华大学汽车工程系列教材)

ISBN 978-7-302-16934-5

I. 汽… II. 徐… III. 汽车—底盘—结构—高等学校—教材 IV. U463.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第010111号

责任编辑:庄红权

责任校对:赵丽敏

责任印制:孟凡玉

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦A座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者:北京市世界知识印刷厂

装 订 者:三河市溧源装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260

印 张:24.75

字 数:567千字

版 次:2008年3月第1版

印 次:2008年3月第1次印刷

印 数:1~4000

定 价:36.00元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:010-62770177 转 3103 产品编号:021770-01

前言



本书是在清华大学汽车工程系教学主任范子杰教授及前主任夏群生教授的鼓励和支持下编写而成的。

编写本书的宗旨是为汽车专业的学生提供一本较为深入了解当今汽车底盘结构及其原理的入门读物。同时本书也是一本为学习“汽车理论”和“汽车设计”打下良好底盘结构知识的专业基础教材。

一本好的结构教材不仅要向学生介绍全面的结构知识,更重要的是要培养学生的结构分析能力,启发他们的构造思路。现有的汽车构造教材已不能很好地反映当今我国汽车结构的状况和培养创新性人才对教材的要求。因此,本教材不是在现行教材体系的基础上简单补充新的结构知识,或者改成所谓以介绍轿车结构为主的体系,而是从根本上改变原先以介绍结构为主的写作思路,着重于抓住反映汽车底盘方面的典型结构进行分析,尽量介绍其原创或创新的结构思路,这就会使读者对汽车底盘结构的认识和理解更加深化,并能起到举一反三的效果,而不是靠“填鸭式”的方式来扩大结构知识面。

本书内容较丰富而全面,一些新增加的内容(如发动机悬置系统等)可作为备用的结构知识,课堂上不必一定讲授。但为了能更全面地了解现代汽车的构造,这些结构知识无疑是必需的。同时本书也充分注意到补充新的结构内容。

本书和一般汽车结构教材(下册)明显不同之处为:将“驱动桥”这一章改成为“主减速器及车轮传动”,把其中桥壳的内容移至它处。本书将车桥和悬架合成为一章,主要是因为两者的关系十分密切,特别对于断开式车桥和独立悬架,两者更融为一体无法分离;书中取消了一般汽车结构教材(下册)中车身、附件等有关内容,而增加了电动汽车这一新内容,跟上了当今汽车发展的潮流。

在本书的编写过程中得到了德国 Schaeffler 集团下属 Luk 公司的鼎力相助,提供了许多宝贵资料;其中,Luk 公司在华商务和市场开发负责人 K. Zeigenbein 先生、郭建威博士及陈涛博士等给予了不少协助,在此表示衷心的感谢。

本书由清华大学徐石安教授担任主编,并主要编写了第2~6、8、9章等章节。特邀华南理工大学汽车工程学院上官文斌教授(清华大学工学博士)编写了第1章中的发动机悬

置部分及第7章中的悬架部分。清华大学汽车工程系副教授季学武博士编写了第10、11章,仇斌副教授编写了第12章。另外上海景格汽车科技有限公司专门为本书制作了一套教学系统,也将在清华大学出版社出版,在此表示衷心的感谢。

由于编写者水平有限,难免对国内外的技术消化理解会有偏差,欢迎广大读者批评指正。

编者

2008年3月于清华园

目录

1	动力传动系统及其悬置系统的布置	1
1.1	动力传动系统的组成及其功能	1
1.2	动力传动系统在汽车上的布置	3
1.3	动力总成悬置系统	8
1.3.1	悬置系统的功能	8
1.3.2	悬置系统的布置结构形式	9
1.3.3	悬置元件结构	11
	复习与思考	16
2	摩擦式离合器	17
2.1	离合器的基本功能、结构组成及其工作原理	17
2.2	摩擦式离合器的分类和基本要求	18
2.3	摩擦式离合器的结构	19
2.3.1	周置弹簧离合器	19
2.3.2	膜片弹簧离合器	24
2.3.3	双片离合器	31
2.3.4	金属陶瓷离合器	34
2.3.5	湿式离合器	35
2.4	离合器主要零件的结构	37
2.4.1	从动盘总成	37
2.4.2	压盘和离合器盖	43
2.4.3	离合器的分离装置	44
2.4.4	扭转减振器	46
2.5	离合器操纵传动	51
2.5.1	机械式传动	51
2.5.2	液压式传动	52
2.5.3	助力器	56

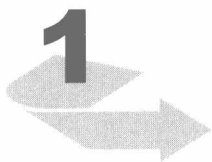
2.5.4	分离轴承间隙自动调整机构	60
2.5.5	离合器操纵系统新进展——变传动比操纵系统	61
	复习与思考	62
3	变速器及分动器(手动)	64
3.1	汽车行驶基本原理及变速器功能	64
3.2	变速器的结构及布置	65
3.2.1	三轴式变速器	66
3.2.2	二轴式变速器	68
3.2.3	组合式变速器	68
3.2.4	倒挡齿轮布置	71
3.3	换挡机构及其同步器	73
3.3.1	定位、互锁及倒挡安全装置	74
3.3.2	同步器	75
3.4	变速器的轴承、润滑、密封和对中	79
3.4.1	变速器轴承和对中	79
3.4.2	密封和润滑	80
3.5	变速器操纵	82
3.6	分动器及其操纵	85
	复习与思考	86
4	自动传动系统	87
4.1	概述	87
4.2	液力自动变速器	87
4.2.1	液力变矩器结构、工作原理及其耦合器工况	89
4.2.2	行星齿轮机构	93
4.2.3	单向轮	98
4.2.4	液压操纵系统及其电控	99
4.2.5	选挡杆	102
4.3	机械无级变速器	102
4.3.1	金属带式 CVT 的结构及其工作原理	103
4.3.2	金属带式 CVT 的变速工作特性	105
4.3.3	金属传动带	106
4.4	牵引环式无级传动	107
4.5	机械有级自动变速器	108
4.5.1	概述	108
4.5.2	双离合器变速器	109
4.5.3	AMT 系统与 AT 系统的比较	110
	复习与思考	111

5 万向节与传动轴	112
5.1 概述	112
5.2 十字轴万向节	113
5.2.1 基本结构原理及不等速性	113
5.2.2 十字轴万向节的实际结构	114
5.2.3 十字轴万向节在汽车上的结构布置	116
5.3 等速万向节	120
5.3.1 等速万向节的应用	120
5.3.2 双联十字轴等速万向节	120
5.3.3 球笼式等速万向节	122
5.3.4 球叉式等速万向节	124
5.3.5 三枢轴式万向节	125
5.3.6 三叉臂式万向节	126
5.4 三销式万向节	126
5.5 挠性万向节	127
5.6 传动轴与中间支承	128
复习与思考	132
6 主减速器与车轮传动	133
6.1 主减速器的功能及其结构类型	133
6.1.1 单级主减速器——圆锥齿轮传动	134
6.1.2 双级主减速器	140
6.1.3 双速主减速器	143
6.1.4 贯通轴式主减速器	146
6.2 差速器	148
6.2.1 概述	148
6.2.2 齿轮差速器	148
6.2.3 摩擦盘式抗滑差速器	152
6.2.4 黏性联轴限滑差速器	153
6.2.5 托森差速器	153
6.2.6 凸轮式差速器	155
6.2.7 自由轮式差速器	156
6.3 半轴	158
复习与思考	162
7 车桥与悬架	163
7.1 车桥(轴)	163
7.1.1 驱动桥(壳)	164

7.1.2	转向桥	165
7.1.3	车轮定位	166
7.2	悬架	171
7.2.1	概述	171
7.2.2	非独立悬架	173
7.2.3	独立悬架	178
7.2.4	平衡悬架	189
7.2.5	悬架系统的结构元件	191
7.2.6	半主动悬架与主动悬架	207
	复习与思考	213
8	车轮与轮胎	214
8.1	轮胎	214
8.1.1	轮胎的要求	214
8.1.2	轮胎的结构	215
8.1.3	轮胎的标记	217
8.1.4	轮胎断面的扁平率 H/B (高宽比)	219
8.1.5	轮胎胎面花纹	220
8.2	车轮	222
8.2.1	轮辋	222
8.2.2	轮辐	223
8.2.3	车轮规格及标准	224
8.2.4	车轮的安装与轮毂结构	225
	复习与思考	226
9	车架	227
9.1	车架结构	227
9.1.1	车架宽度	227
9.1.2	车架纵梁	229
9.1.3	横梁	230
9.2	承载式车身	233
9.2.1	轿车结构	233
9.2.2	平台式底架	235
9.2.3	大客车骨架结构	236
	复习与思考	237
10	转向系统	238
10.1	转向系统概述	238
10.1.1	转向系统的功用及组成	238

10.1.2	转向系的布置及角传动比	239
10.1.3	转向盘自由行程	240
10.1.4	对转向系统的要求	240
10.2	转向操纵机构	240
10.2.1	转向操纵机构的布置及转向盘	241
10.2.2	转向操纵机构的角度及高度调整机构	242
10.2.3	转向操纵机构的安全装置	243
10.3	转向器	246
10.3.1	转向器的传动比、传动效率及啮合间隙	246
10.3.2	转向器结构	247
10.4	转向传动机构	251
10.4.1	汽车转向时两前轮的运动关系(转角关系)及转向梯形	252
10.4.2	非独立悬架用转向传动机构	253
10.4.3	独立悬架用转向传动机构	256
10.5	转向减振器	258
10.6	助力转向系统	260
10.6.1	液压助力转向系统	260
10.6.2	电控液压助力转向系统	272
10.6.3	电动助力转向系统	276
10.7	四轮转向系统及多轴转向	278
10.7.1	四轮转向系统	278
10.7.2	多轴转向	282
10.8	前轮主动转向系统及线控转向系统	283
10.8.1	前轮主动转向系统	283
10.8.2	线控转向系统	284
	复习与思考	285
11	汽车制动系统	286
11.1	制动系统概述	286
11.2	制动器	289
11.2.1	鼓式制动器	289
11.2.2	盘式制动器	296
11.2.3	摩擦材料	299
11.2.4	制动器的间隙调整	300
11.3	液压制动操纵机构	308
11.3.1	管路布置	308
11.3.2	制动主缸、轮缸及制动液	309
11.3.3	助力式液压制动系统	313

11.3.4	动力式液压制动系统	321
11.4	气压制动操纵机构	323
11.4.1	气压制动操纵机构的管路布置	323
11.4.2	气压制动操纵机构的供能装置	328
11.4.3	气压制动操纵机构的控制装置	333
11.4.4	制动气室	340
11.5	制动力调节装置	343
11.5.1	概述	343
11.5.2	制动力分配阀	344
11.5.3	制动防抱死系统	349
11.6	驻车制动系统	357
11.6.1	概述	357
11.6.2	驻车制动系统操纵传动装置	357
11.6.3	驻车制动促动装置	358
11.7	辅助制动系统	360
11.7.1	发动机缓速装置	360
11.7.2	电涡流缓速器	361
11.7.3	液力缓速器	362
	复习与思考	364
12	电动汽车	366
12.1	电动汽车概述	366
12.1.1	电动汽车的发展史	366
12.1.2	电动汽车的类型	367
12.2	纯电动汽车	367
12.2.1	纯电动汽车概述	367
12.2.2	电驱动装置	369
12.2.3	电动汽车用动力电池	373
12.2.4	传动系统	376
12.3	混合动力电动汽车	376
12.3.1	概述	376
12.3.2	混合动力电动汽车的种类	377
12.4	燃料电池电动汽车	379
12.4.1	概述	379
12.4.2	燃料电池的基本原理	381
12.4.3	燃料电池的分类	382
	复习与思考	383
	参考文献	384



动力传动系统及其 悬置系统的布置

1.1 动力传动系统的组成及其功能

当今汽车主要以内燃机为动力。内燃机的工作特点可由其外特性来反映,如图 1.1 所示。从图中可看到,在油门全开的情况下,转矩在整个转速范围内变化不大,而功率变化却很大;内燃机工作时,必须要有一最低转速(一般在 600 r/min 以上),才能稳定工作。从图 1.1 中还可以看到,随着转速的提高,输出功率急剧上升,通常要到 3500~6000 r/min 才能达到最大功率,这与汽车的使用要求有时很不适应。例如,汽车起步或上坡时阻力大,汽车速度不高,但要求有最大功率,以获得最大转矩,来克服加速阻力或上坡阻力;而在一般平坦道路上作等速巡航行驶时,由于此时行驶阻力不太大,所需的功率也不太大,如图 1.2 所示,图中直观地示出了内燃机在功率供需上的矛盾。因此单靠调节发动机本身功率输出,来适应汽车不同行驶状况时所需要的功率是不现实的。因此,必须通过传动系对发动机发出的动力作改造,使之能适应外界对其功率-转速特性的要求。其理想情况是等功率输出,即功率不随转速变化;或者说,其转矩随转速呈双曲线变化,转速低

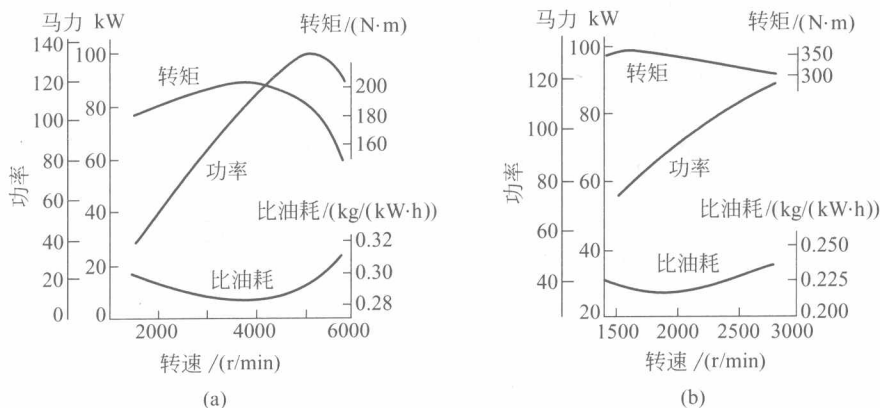


图 1.1 汽车发动机特性图

(a) 汽油机; (b) 柴油机

转矩大,转速高转矩小。

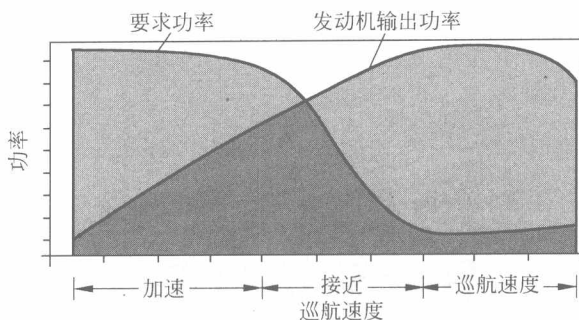


图 1.2 汽车要求功率与发动机输出功率对照图

从内燃机的万有特性图中可以看到,内燃机在不同功率、不同转速下工作时的燃油消耗率是不一样的,图 1.3 所示为汽车发动机的万有特性图(比油耗图)。从图中可以看到,在一定的输出功率下,相应只有在一定转速范围内,才能有较低的燃油消耗率。汽车要在不同速度下行驶,因此还要通过调整传动系的传动比与发动机很好地匹配,才有可能达到省油的目的。此外,汽车行驶中有停车、起步、倒驶、曲线行驶等多种情况。因此,以内燃机为动力的汽车传动系应具备以下几个方面的功能:

- (1) 保证汽车在各种行驶条件下所必需的牵引力与车速,使它们之间能协调变化并有足够的变化范围;
- (2) 使汽车具有良好的动力性和燃油经济性;
- (3) 保证汽车能倒车,左右驱动车轮可以有不同的转速(差速作用);
- (4) 使动力传递能根据需要顺利接合与分离。

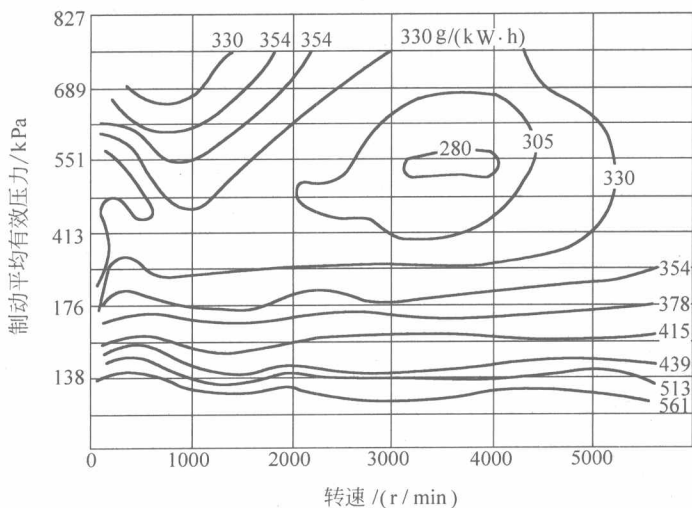


图 1.3 某 V8 发动机万有特性图

汽车传动系分成手动和自动两类。自动传动系统是在手动的基础上发展起来的,两

者的功能基本一样,区别的关键在操纵。手动传动系通常是机械式的,由于其传动效率高、工作可靠、价格便宜,直到今天仍然是汽车上最常用的传动系统。机械式传动系的结构最为典型,是学习的基础。

依据对以内燃机为动力的汽车传动系功能的要求,机械式传动系一般由离合器、变速器、传动轴、主减速器、差速器等部件组成。有些汽车,如四轮驱动的汽车或多轴汽车,其传动系中还会有分动器。

在通常的情况下,机械式传动系中的离合器、变速器(有时还会加上主减速器、差速器)和内燃机组装在一起,称为动力总成。而一般主减速器中都含有差速器,有时也称它们为主传动或最终传动。

传动系的布置形式很多,它对汽车车型的变化影响很大,1.2节将会做专门的描述。图1.4所示为汽车的典型动力传动系统布置的概貌图(图中未标示出发动机及离合器)。

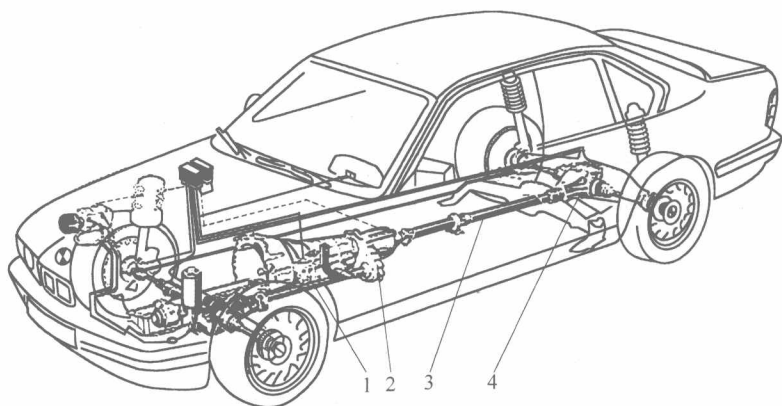


图 1.4 汽车传动系布置概貌

1-变速器; 2-分动器; 3-传动轴; 4-主减速器

这里要指出,以纯内燃机为动力的汽车,由于其排放的废气对大气造成污染和消耗的能源——石油不能再生等问题,遭到了其他类动力汽车的挑战。这类汽车中现今比较现实的是混合动力汽车,即内燃机+电驱动的所谓油电混合动力汽车。更远景的是燃料电池发动机(氢能源)+普通电池的所谓氢电混合动力汽车等。它们的传动系另有特色,将在第12章中专门介绍。

1.2 动力传动系统在汽车上的布置

发动机在汽车上的布置位置,特别是它相对于车身(或驾驶室)和驱动轴(车轴)之间的位置关系,对车身造型、车身内部布置和汽车的总体格局及汽车性能有着重大的影响。这些问题的深入分析会在“汽车理论”及“汽车设计”课程及其教材中展现。本书则从结构的角度,着力于对动力传动系统本身在车上布置的基本概况作扼要的叙述。

发动机在整车中位置的布置,基本上分成3种情况:前置、中置和后置。而推动汽车前进的驱动车轮,也有3种可能:前轮驱动、后轮驱动及四轮(或称作全轮)驱动。这样,它们之间相互组合,就有以下几种不同风格的组合类型。

1. 发动机前置汽车后轮驱动(front-engine, rear-wheel-drive, FR)

典型的 FR 布置如图 1.5(a) 所示, 其发动机都为纵向布置, 传动系中的离合器、变速器和发动机组装成一体。主减速器(含差速器)装在后桥(或称后轴)上(此时通称为后驱动桥)。变速器和后驱动桥之间由带万向节的传动轴相连。

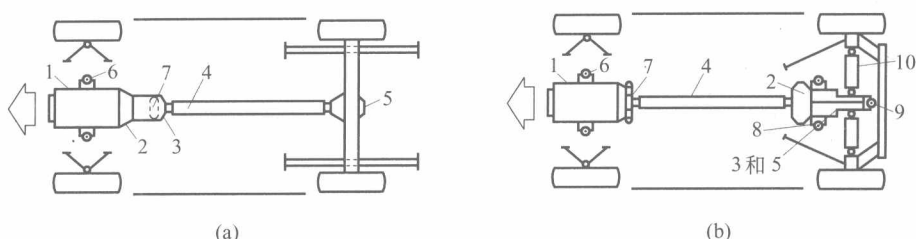


图 1.5 FR 型传动系布置形式

(a) 离合器、变速器布置在前; (b) 离合器、变速器布置在后

1-发动机; 2-离合器; 3-变速器; 4-传动轴(带万向节); 5-主减速器; 6-发动机动力总成前支承;

7-发动机动力总成后支承; 8-传动箱前支承; 9-传动箱后支承; 10-驱动轴(带万向节)

FR 型布置, 长期以来一直是大多数各类汽车最为乐于采用的传动系统布置方案。因为它容易获得比较理想的轴荷分布和较佳的汽车性能。今天, FR 型的布置(图 1.5(a))普遍为商用载重汽车所采用。但也有汽车为了改善轴荷分配, 采用图 1.5(b) 的方案, 将离合器、变速器挪到后部和主减速器组合在一起, 但它应用得很少。

2. 发动机前置汽车前轮驱动(front-engine, front-wheel-drive, FF)

FF 型布置中, 发动机可以横置也可以纵置。因此, 它派生出 4 种形式, 具体如图 1.6 所示。

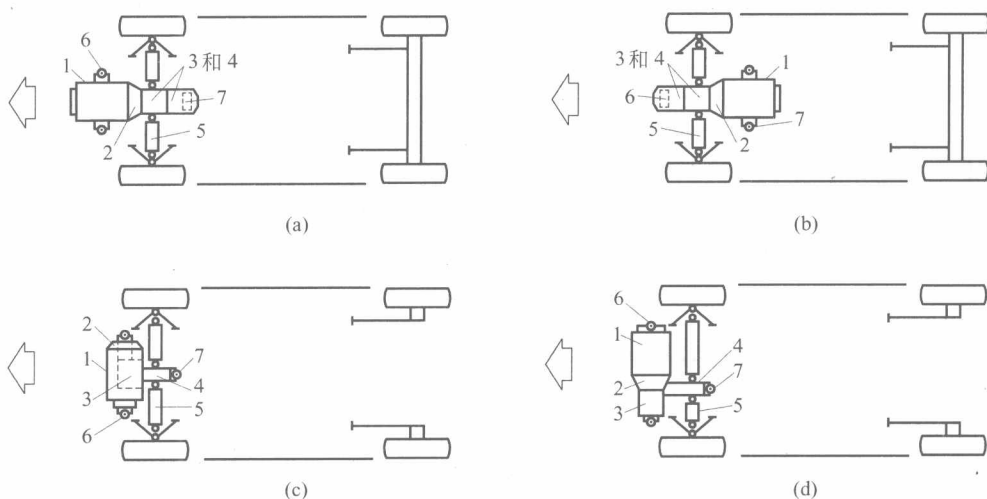


图 1.6 FF 型传动系布置形式

(a) 发动机纵置在前; (b) 发动机纵置在后;

(c) 发动机横置驱动轴左右等长; (d) 发动机横置驱动轴左右不等长

1-发动机; 2-离合器; 3-变速器; 4-主减速器; 5-驱动轴(带万向节);

6-发动机动力总成前(或前两侧)支承; 7-发动机动力总成后支承

无论发动机是纵置或横置,传动系中的各总成(离合器、变速器及主减速器)和发动机完全集成为一整体,传统意义上的传动轴被取消了,取而代之的是主减速器与车轮之间的带万向节的驱动轴。

FF 型布置主要适用于轿车,而其中大多数采用发动机横置的如图 1.6(d)所示的方案。据资料报道,采用发动机横向布置 FF 方案,汽车轴距可以缩短达 10%,汽车自重可以减轻达 8%。但由于将动力总成传动系统全部集成在一起,安装在发动机舱内,因此,要求该集成的动力总成结构非常紧凑。所以发动机一般不采用比 V6 更多的汽缸,这也就是大排量轿车更愿意采用 FR 型布置的原因。采用 FF 型布置的另一好处是,取消了传动轴可以降低地板高度,有利于车身高度的下降。

3. 发动机后置汽车后轮驱动(rear-engine, rear-wheel-drive, RR)

RR 型布置在小轿车中有图 1.7 所示的 3 种布置形式。发动机和传动系中所有的总成(离合器、变速器及主减速器)全部集成在一起,这种布置结构很紧凑,早期在欧洲的小汽车中用过。但是由于整套动力传动系都在后部,后车轮负荷较大,对汽车的操纵性能不利,容易甩尾。因此,RR 型布置在小轿车中已基本不采用了。

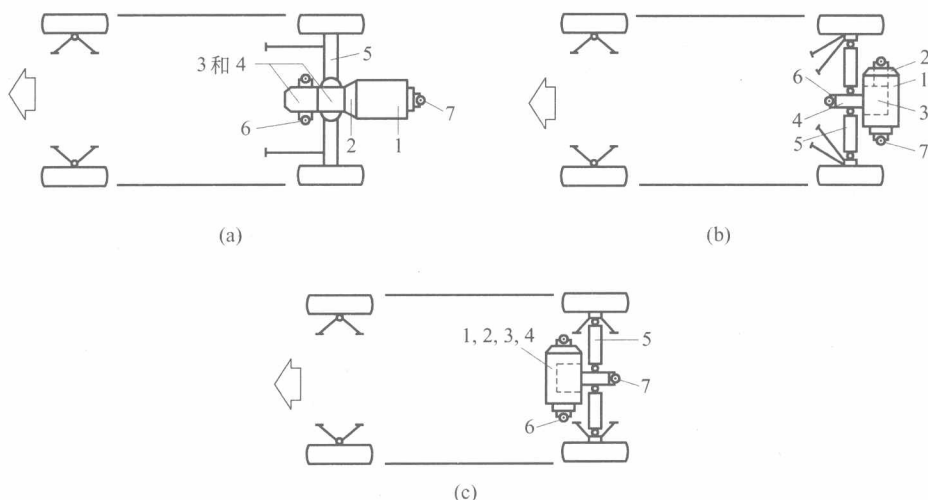


图 1.7 RR 型传动系布置形式(小轿车)

(a) 发动机纵置在后轴之后; (b) 发动机横置在后轴之后; (c) 发动机横置在后轴之前

1-发动机; 2-离合器; 3-变速器; 4-主减速器; 5-驱动轴;

6-发动机动力总成前支承; 7-发动机动力总成后支承

但是采用 RR 型布置,对于大、中型客车却非常有利。它们不存在操纵性变差的问题,相反其他方面优点很突出。由于发动机不在前部,使得汽车尤其是其前部车内地板可以大幅度降低,增大车内空间,使整个汽车的视野非常开阔,适合于旅游观光车和城市交通车。这一类客车的 RR 型布置有两种,如图 1.8 所示。发动机可以纵置或横置,离合器、变速器和发动机组装在一起,主减速器在后桥上,两者之间用传动轴相连。

以上 3 种布置类型各有特色,且形成了各自的主流车种。此外,目前还有并不太流行的第 4 种布置形式,即下面叙述的发动机中置汽车后轮驱动。

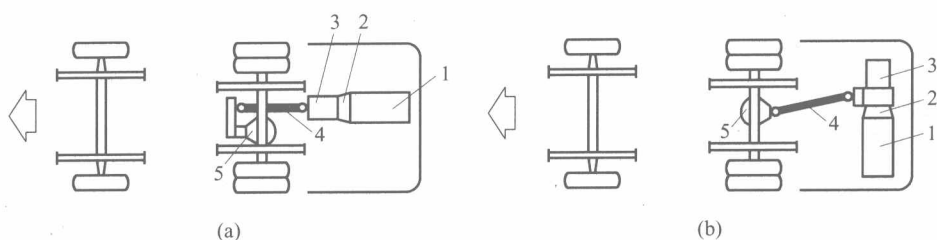


图 1.8 RR 型传动系布置(客车)

(a) 发动机纵置; (b) 发动机横置

1-发动机; 2-离合器; 3-变速器; 4-传动轴; 5-主减变速器

4. 发动机中置汽车后轮驱动

发动机中置后轮驱动布置如图 1.9 所示,一般很少采用,只见于少数城市铰接式大客车及长途大客车上。它的优点是,相对于 RR 型来说,由于发动机动力总成离驾驶员较近,操作起来更方便一些。

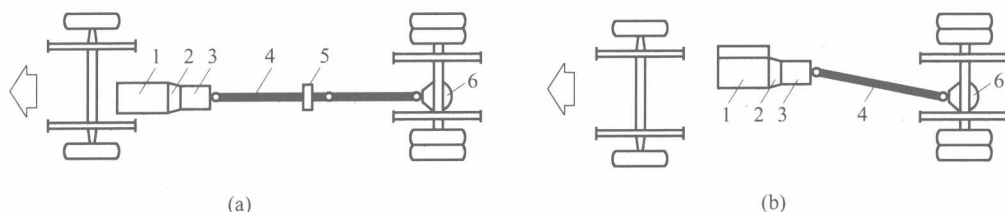


图 1.9 发动机中置后轮驱动传动系布置

(a) 传动轴带中间支承; (b) 传动轴不带中间支承

1-发动机; 2-离合器; 3-变速器; 4-传动轴; 5-中间支承; 6-主减变速器

以上介绍的 4 种类型的布置的共同之处是汽车上只有两个车桥(或车轴),其中一个车桥(即两个车轮)是不驱动的,也就是说只是两轮驱动。从汽车牵引性能的角度来看,两轮驱动不如 4 个车轮全都驱动好,下面就介绍四轮驱动的布置情况。

5. 四轮驱动(4-wheel drive, 4WD)

4WD 型方案本身不属于基本的布置,它是在 FR、FF、RR 等基本型的基础上变型而成的。通常是在这些基本型的基础上,在变速器后面增加一个分动箱,把变速器输出的功率分成两路,一路到前驱动桥,另一路到后驱动桥,就形成了四轮驱动。采用 4WD 的优点是汽车在坏路面上行驶时的通过能力更强。当然其结构复杂,传动效率较低。图 1.10 所示为在上述 3 类基本型基础上变型的四轮驱动传动系布置方案,仅供读者初步了解。

6. 多轴(桥)传动

大吨位载重汽车,为了降低车轮对地面的负荷,提高汽车的承载能力,必须采用多轴(多于两轴)传动。用得较多的为三轴汽车,也有用到四轴的。三轴或四轴汽车,其驱动轴数可以是全部也可以是其中一部分。为了表明汽车的总轴数和它的驱动轴数,技术上规定写成如下形式:比如 4×2 ,表示汽车有 4 个车轮 2 根车轴,其中只有 2 个车轮一根车轴为驱动; 4×4 就表示汽车有 2 根车轴,而 4 个车轮全部都驱动,也就是前面的 4WD 型。显然,对于三轴汽车可以有 6×4 或 6×6 两种布置。 6×4 的汽车表示汽车有 3 根轴,1 根