



21 世纪全国高职高专汽车类规划教材

汽车车身、底盘 构造与维修

QICHE CHESHEN DIPAN GOUZAO YU WEIXIU

张宏春 主 编
江浩斌 主 审



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

21 世纪全国高职高专汽车类规划教材

汽车车身、底盘构造与维修

张宏春 主 编

薛 翔

沈晓丰

樊逸斌 参 编

高先进

吴云峰

江浩斌 主 审



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书全面系统地讲述了汽车车身、底盘的结构、原理、故障诊断、检测与维修。全书共分 13 章。第 1~5 章分别讲述汽车传动系统的离合器、变速器、万向传动装置、驱动桥等内容。第 6~9 章分别讲述汽车行驶系统的车架、车桥、车轮与轮胎、悬架等内容。第 10 章讲述汽车转向系统的组成和类型、汽车机械式转向系统、汽车动力转向系统等内容。第 11 章讲述汽车制动系统。第 12、13 章讲述汽车车身的结构、汽车车身的损伤形式及矫正维修技术。

本书可作为交通运输专业、车辆工程专业、汽车运用与维修等专业高职高专教材,可作为普通高校有关专业的教学参考书,也可供从事汽车检测维修、汽车设计制造、汽车运输管理等行业的工程技术人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车车身、底盘构造与维修/张宏春主编. —北京:北京大学出版社, 2006.9
(21 世纪全国高职高专汽车类规划教材)
ISBN 7-301-10976-8

I. 汽… II. 张… III. 汽车—车体—高等学校: 技术学校—教材 IV. TH13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 094547 号

书 名: 汽车车身、底盘构造与维修

著作责任者: 张宏春 主编

责任编辑: 黄庆生 刘标

标准书号: ISBN 7-301-10976-8/TH·0063

出 版 者: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路 205 号 100871

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62765013 出版部 62754962

网 址: <http://www.pup.cn>

电 子 信 箱: xxjs@pup.pku.edu.cn

印 刷 者: 涿州市星河印刷有限公司

发 行 者: 北京大学出版社

经 销 者: 新华书店

787 毫米×980 毫米 16 开本 17.5 印张 380 千字

2006 年 9 月第 1 版 2006 年 9 月第 1 次印刷

定 价: 29.00 元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究

举报电话: 010-62752024; 电子信箱: fd@pup.pku.edu.cn

前 言

随着国民经济持续快速发展,我国汽车业也呈现出良好的发展势头,至 2004 年,我国汽车保有量约为 2500 万辆,交通部预计到 2020 年我国汽车的保有量将会达到 1.4 亿辆。随着汽车保有量的不断增加,汽车技术服务市场在不断扩大,然而,在这个行业从业人员偏少,随着汽车技术的飞速发展,这些人员显得知识老化、技术落后。因此,迅速培养一大批掌握现代汽车维修、养护技术的高技能人才成为各职业技术教育院校及相关部门的重要任务。

为适应汽车业迅速发展的需要,满足汽车技术服务市场对高技能人才的需求,我们推出了本书。本书是高等职业技术教育理工科类教学用书,也可作为成人高校、高专、夜大、职大、函大等层次的教学用书和广大自学者及工程技术人员的自学用书。也可作为普通高等院校有关专业的教学参考书。

本书以常用车型为典型实例(如桑塔纳、红旗、富康、东风、解放等),充分考虑到职业技术教育的特点,以简明、实用为原则,通俗易懂地讲解汽车车身、底盘的结构、原理、故障诊断、检测与维修等内容。

本教材主要突出以下特点。

- (1) 注重图文并茂,以图带文,力求条理清晰,简明易懂。
- (2) 理论与实践相结合,构造与故障诊断、维修相结合,着重提高读者的实际操作能力。
- (3) 摒弃旧的修理观念,突出现代汽车以维护、检查、调整为重点的技术服务方式。
- (4) 每章配有思考题,供读者作业和练习,也可供命题时参考。

全书共 13 章,对部分章节可采用现场教学和实验教学等方式,各院校可根据实际情况决定内容的取舍。

本书由江苏省交通技师学院张宏春担任主编,编写分工为:第 1~5 章由薛翔编写;第 6~9 章由沈晓丰编写;第 10 章由樊逸斌编写;第 11 章由高先进编写;第 12 章、第 13 章由吴云峰编写。江苏大学江浩斌对本书进行了认真的审阅,并提出了许多宝贵意见;此外,江苏大学张家龙、杨建等也对本书的编写提出了很多有益的意见,在此一并表示感谢。

由于作者水平有限,加之时间仓促,书中难免有错误和不当之处,敬请专家、同仁和广大读者批评指正。

编 者

2006 年 4 月

目 录

第1章 传动系概述	1
1.1 传动系的功用与组成	1
1.1.1 传动系的功用	1
1.1.2 传动系的组成	1
1.2 传动系的类型及组成	3
1.3 思考题	5
第2章 离合器	6
2.1 离合器的功用与要求	6
2.1.1 离合器的功用	6
2.1.2 离合器的要求	7
2.2 离合器的工作原理与分类	7
2.2.1 摩擦式离合器的工作原理	7
2.2.2 离合器的种类	8
2.3 摩擦式离合器的构造	9
2.3.1 膜片弹簧离合器	9
2.3.2 周置弹簧离合器	11
2.3.3 从动盘和扭转减振器	15
2.3.4 离合器操纵机构	16
2.4 离合器的故障诊断与检修	18
2.4.1 离合器的常见故障及可能原因	18
2.4.2 离合器各部件的检查	20
2.5 思考题	22
第3章 变速器	23
3.1 变速器的功用与分类	23
3.1.1 变速器的功用	23
3.1.2 变速器的分类	23
3.2 齿轮式变速器的原理与结构	24
3.2.1 变速器的原理	25
3.2.2 普通齿轮变速器	27

3.3 同步器	31
3.3.1 无同步器的换挡过程	31
3.3.2 同步器的构造原理	33
3.4 变速器操纵机构	38
3.4.1 变速器操纵机构功用与要求	38
3.4.2 变速器换挡机构的构造	38
3.5 分动器	42
3.5.1 分动器的功用	42
3.5.2 分动器的构造	42
3.6 变速器的故障诊断与维修	44
3.6.1 手动变速器的常见故障及原因	44
3.6.2 变速器各主要部件检查	46
3.7 思考题	49
第4章 万向传动装置	50
4.1 万向传动装置概述	50
4.1.1 万向传动装置的功用及组成	50
4.1.2 万向传动装置的功用	50
4.2 万向节	51
4.2.1 普通十字轴刚性万向节	51
4.2.2 准等速万向节和等速万向节	54
4.2.3 挠万向节	57
4.3 传动轴和中间支撑	58
4.3.1 传动轴的功用及结构特点	58
4.3.2 传动轴的布置形式及万向节装配特点	58
4.3.3 传动轴中间支撑	60
4.4 万向传动装置故障诊断与检修	61
4.4.1 传动轴的常见故障及其原因	61
4.4.2 万向传动装置的检修与调整	63
4.4.3 万向传动装置的装配	64
4.5 思考题	64
第5章 驱动桥	65
5.1 驱动桥概述	65
5.1.1 驱动桥的功用及组成	65
5.1.2 驱动桥结构类型	66
5.2 主减速器	67

5.2.1 单级主减速器	68
5.2.2 双级主减速器	69
5.3 差速器	71
5.3.1 差速器的功用与分类	71
5.3.2 普通齿轮式差速器	72
5.3.3 防滑差速器	74
5.4 半轴与桥壳	75
5.4.1 半轴	75
5.4.2 桥壳	77
5.5 驱动桥的故障诊断与维修	78
5.5.1 驱动桥的常见故障及其原因	78
5.5.2 驱动桥的检测与维修	80
5.6 思考题	83
第6章 车架	84
6.1 边梁式车架	84
6.2 中梁式车架	86
6.3 综合式车架与承载式车身	87
6.4 车架的检验与维修	88
6.4.1 车架的检验	88
6.4.2 车架的维修	91
6.5 思考题	92
第7章 车桥	93
7.1 转向桥	93
7.2 转向驱动桥	95
7.3 转向轮定位	96
7.3.1 主销后倾角	97
7.3.2 主销内倾角	97
7.3.3 车轮外倾角	98
7.3.4 前轮前束	98
7.4 转向桥的维修	99
7.4.1 非独立悬架转向桥的维修	99
7.4.2 独立悬架转向桥的维修	102
7.5 思考题	102
第8章 车轮与轮胎	103
8.1 车轮	103

8.1.1 车轮的类型	103
8.1.2 轮辋的类型	105
8.1.3 国产轮辋规格的表达方法	106
8.2 轮胎	107
8.2.1 轮胎分类	107
8.2.2 轮胎规格标记方法	111
8.3 轮胎的维护	112
8.3.1 检查轮胎气压	112
8.3.2 检查轮胎磨损及换位	112
8.3.3 轮辋跳动的检查	114
8.3.4 车轮动平衡的检查	114
8.4 思考题	115
第9章 悬架	116
9.1 概述	116
9.2 减振器	117
9.2.1 双向作用筒式减振器	118
9.2.2 充气式减振器	120
9.2.3 阻力可调式减振器	121
9.3 弹性元件	122
9.3.1 钢板弹簧	122
9.3.2 螺旋弹簧	123
9.3.3 扭杆弹簧	124
9.3.4 气体弹簧	124
9.3.5 橡胶弹簧	125
9.4 非独立悬架	126
9.4.1 钢板弹簧非独立悬架	126
9.4.2 螺旋弹簧非独立悬架	127
9.4.3 空气弹簧非独立悬架	127
9.5 独立悬架	128
9.5.1 横臂式独立悬架	129
9.5.2 纵臂式独立悬架	131
9.5.3 车轮沿主销移动的悬架	133
9.6 悬架的维修	134
9.6.1 悬架一般检查	134
9.6.2 悬架的维护	134

9.6.3 悬架的修理.....	136
9.7 思考题.....	136
第10章 转向系	137
10.1 转向系的组成及分类.....	137
10.2 转向车轮的运动.....	139
10.2.1 对转向系的基本要求.....	139
10.2.2 车辆转向系的转向方式.....	139
10.3 机械转向系.....	140
10.3.1 转向器.....	140
10.3.2 转向操纵机构基本组成和结构.....	144
10.3.3 转向传动机构主要部件.....	146
10.3.4 与非独立悬架配用的转向传动机构.....	147
10.3.5 与独立悬架配用的转向传动机构.....	148
10.4 动力转向系统.....	149
10.4.1 概述.....	149
10.4.2 动力转向的基本构造和工作原理.....	149
10.4.3 循环球式液压动力转向器.....	151
10.4.4 齿轮齿条式动力转向器.....	152
10.5 转向系的检修.....	157
10.5.1 机械转向系的检修.....	157
10.5.2 桑塔纳 2000 转向系的检修.....	160
10.5.3 奥迪动力转向系的检修.....	165
10.6 思考题.....	170
第11章 制动系	172
11.1 概述.....	172
11.1.1 制动系的作用.....	172
11.1.2 制动系的工作原理.....	172
11.1.3 制动系的组成.....	173
11.1.4 制动系的类型.....	173
11.1.5 制动系的驱动机构.....	174
11.2 制动器.....	174
11.2.1 鼓式制动器.....	175
11.2.2 盘式制动器.....	178
11.3 制动器的检修.....	180
11.3.1 鼓式制动器的检修.....	180

11.3.2 盘式制动器的检修	183
11.4 液压制动系统	184
11.4.1 双回路液压制动装置的组成方式	184
11.4.2 双回路液压制动装置的主要零部件	185
11.4.3 伺服制动装置	187
11.5 液压制动系统的拆装、故障诊断与检修	190
11.5.1 双腔式制动主缸和轮缸的拆装与检修	190
11.5.2 捷达、高尔夫轿车的制动器油管的拆卸	192
11.5.3 解放 CA1040 型汽车前、后轮制动轮缸及其调整器的装配	193
11.5.4 真空助力器的检修	194
11.5.5 制动踏板自由行程的检查与调整	196
11.5.6 液压制动系的故障诊断	196
11.6 气压制动系统	200
11.6.1 双回路气压制动装置的组成	200
11.6.2 气压制动装置的主要零部件	201
11.7 气压制动系统的故障诊断与检修	203
11.7.1 气压制动系统的故障诊断	203
11.7.2 气压调节阀的调整	206
11.7.3 储气管单向阀的检查	206
11.7.4 制动踏板自由行程的检查与调整	207
11.8 驻车制动系统	207
11.9 汽车防抱死制动系统	209
11.9.1 ABS 的工作原理	209
11.9.2 液压执行机构的连接	211
11.10 汽车防抱死制动系统的检修	211
11.10.1 ABS 的常见故障诊断	211
11.10.2 ABS 系统主要零部件的检修与拆装	212
11.11 思考题	213
第 12 章 汽车车身的结构形式	214
12.1 轿车车身构造	214
12.1.1 轿车车身形式	214
12.1.2 轿车车身构造	215
12.2 客车车身的构造	223
12.2.1 客车的分类	223
12.2.2 客车车身的主要构件	224

12.2.3 客车车身的典型构造	225
12.3 车身附属装置	226
12.3.1 车门	227
12.3.2 汽车玻璃升降器	231
12.4 思考题	234
第13章 汽车车身的损伤及矫正维修	235
13.1 汽车车身的损伤形式	235
13.1.1 确定汽车碰撞情况	235
13.1.2 碰撞对车架式车身的影响	237
13.1.3 碰撞对整体式车身的影响	240
13.2 车身变形的矫正	242
13.2.1 车身变形的矫正原理	242
13.2.2 牵引与支撑矫正工艺的设计	244
13.2.3 车身板件变形的矫正	249
13.3 车身附件的更换	255
13.3.1 汽车玻璃的装配	255
13.3.2 风窗玻璃的拆装	258
13.4 思考题	264
参考文献	265

第 1 章 传动系概述

1.1 传动系的功用与组成

1.1.1 传动系的功用

汽车传动系的基本功用是将发动机发出的动力按照需要传给驱动轮。传动系与发动机配合工作，保证汽车在不同工况下均能正常行驶，并具有良好的动力性和经济性。因此，传动系应具有减速、变速、倒车、中断动力、轮间差速和轴间差速等功能。

传动系各总成的基本功用如下。

离合器 按照需要适时地切断或接合发动机与传动系之间的动力传递。

变速器 改变发动机输出转速的高低、转矩的大小以及输出轴的旋转方向，也可以切断发动机向驱动轮的动力传递。

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

主减速器 降低转速、增大转矩、改变动力的传递方向。

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。

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。

1.1.2 传动系的组成

按结构和传动介质不同，汽车传动系的形式可分为机械式、液力机械式、静液式和电力式等。传动系的组成与其类型、布置形式及驱动形式等许多因素有关。

(1) 图 1-1 为传统的机械式传动系统，是发动机纵向安装在汽车前部，后桥驱动的 4×2 汽车布置示意图。发动机发出的动力经离合器、变速器和万向传动装置传到驱动桥。在驱动桥处，动力经过主减速器、差速器和半轴传给驱动车轮。

(2) 液力机械式传动系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。其结构如图 1-2 所示。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中的

离合器和变速器。这种传动系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，因而可使驾驶员的操作大为简化。但是，也有结构较复杂、造价较高、机械效率较低等缺点。因此，目前除了高级轿车和重型汽车上采用较多以外，中级以下轿车和一般载货汽车采用较少。

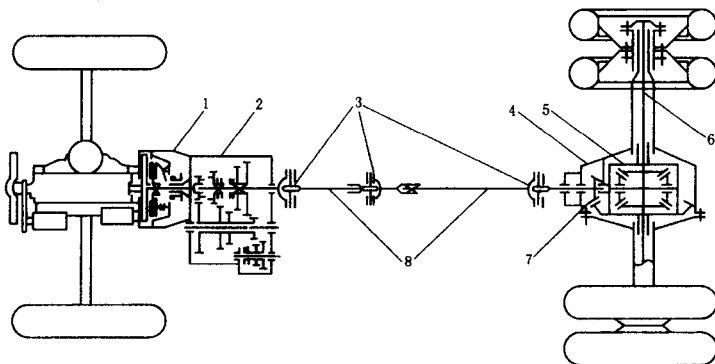


图 1-1 机械式传动系统一般组成及布置示意图

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

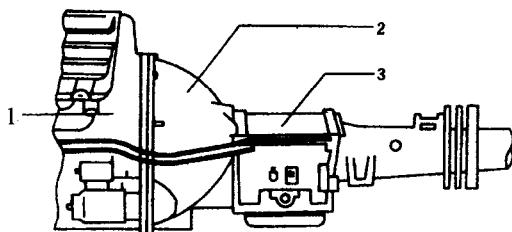


图 1-2 典型液力机械传动组成图

1-发动机 2-液力变矩器 3-行星齿轮变速系统

(3) 静液式传动系又称为容积式液压传动系，如图 1-3 所示，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油泵 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）通过油泵转换成液压能，然后再由液压马达重新转换为机械能，驱动车轮转动。在图示方案中，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动驱动轮。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。

(4) 电动汽车采用的电力传动系如图 1-4 所示。电力式传动系的组成和布置与静液式传动系类似, 其主动部件是由发动机驱动的发电机 2, 从动部件是牵引电动机。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, 这个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。电力式传动系中的控制电路接收驾驶员发出的各种信号, 对动作机构发出指令, 实现汽车的起步、前进及后退停车等。

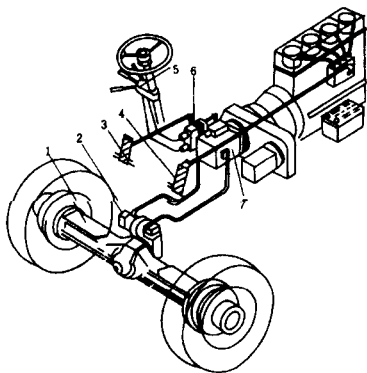


图 1-3 静液式传动系示意图

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-油泵

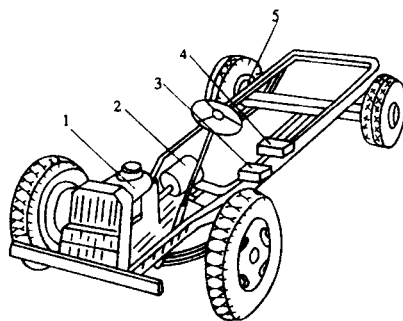


图 1-4 电力式传动系

1-发动机 2-发电机 3-可控硅整流器
4-逆变装置 5-电动轮

1.2 传动系的类型及组成

汽车传动系的布置形式主要与发动机的安装及汽车驱动形式有关。

汽车的驱动形式通常用汽车车轮总数 $\times$ 驱动车轮数(车轮数即指轮毂数)来表示。普通汽车一般有 4 个车轮, 其中只有两个为驱动轮, 其驱动形式为 4×2 。越野汽车的全部车轮都可以作为驱动轮, 根据车轮总数不同, 常见驱动形式有 4×4 、 6×6 等。此外, 也有用汽车车桥总数 $\times$ 驱动车桥来表示汽车的驱动形式。

(1) FF 方式: 即发动机前置、前轮驱动, 如图 1-5 所示。

即发动机、变速箱装置在驾驶室前驱动前轮。这种形式操纵机构简单、发动机散热条件好。但上坡时汽车质量后移, 使前驱动轮的附着质量减小, 驱动轮易打滑; 下坡制动时由于汽车质量前移, 前轮负荷过重, 高速时易发生翻车现象。现在大多数轿车采取这种布

置形式。

(2) FR 方式：即发动机前置、后轮驱动，如图 1-6 所示。这是一种传统的布置形式。国内外的大多数货车、部分轿车和部分客车都采用这种形式。

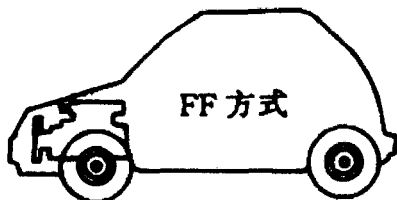


图 1-5 发动机前置、前轮驱动

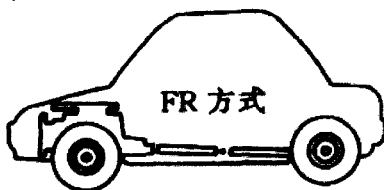


图 1-6 发动机前置、后轮驱动

(3) RR 方式：即发动机后置、后轮驱动，如图 1-7 所示。

在大型客车上多采用这种布置形式，少量微型、轻型轿车也采用这种形式。发动机后置，使前轴不易过载，不仅能更充分地利用车厢面积，还可有效地降低车身地板的高度或充分利用汽车中部地板下的空间安置行李，也有利于减轻发动机的高温和噪声对驾驶员的影响。缺点是发动机散热条件差，行驶中的某些故障不易被驾驶员察觉。远距离操纵也使操纵机构变得复杂、维修调整不便。但由于优点较为突出，在大型客车上应用越来越多。

(4) MR 方式：即发动机中置、后轮驱动，如图 1-8 所示。

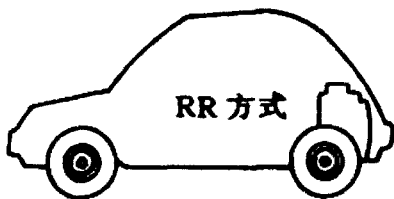


图 1-7 发动机后置、后轮驱动

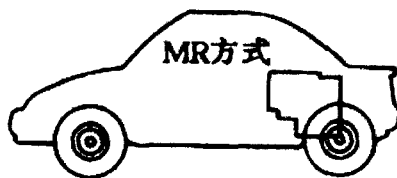


图 1-8 发动机中置、后轮驱动

这是方程式赛车和大多数跑车采用的布置形式，将功率和尺寸很大的发动机布置在驾驶员座椅与后轴之间，有利于获得最佳轴荷分配和提高汽车的性能。少数大、中型客车也采用这种布置形式。

(5) 全轮驱动方式。

越野汽车一般为全轮驱动、发动机前置，在变速箱后装有分动器将动力传递到全部车轮上。目前，轻型越野汽车和中型越野汽车普遍采用 4×4 驱动形式（如图 1-9 所示）。越野汽车为了把发动机经变速器传出的动力分配给前后桥，在变速器与前后驱动桥之间装有分动器。从分动器传出的动力分别经两套万向传动装置传到前、后驱动桥。分动器虽然也固定在车架上，但与变速器相距一段距离，考虑到补偿安装误差和车架变形的影响，在变

速器与分动器之间也装有一套万向传动装置。图 1-10 分别为 6×6、8×8 越野汽车布置形式。

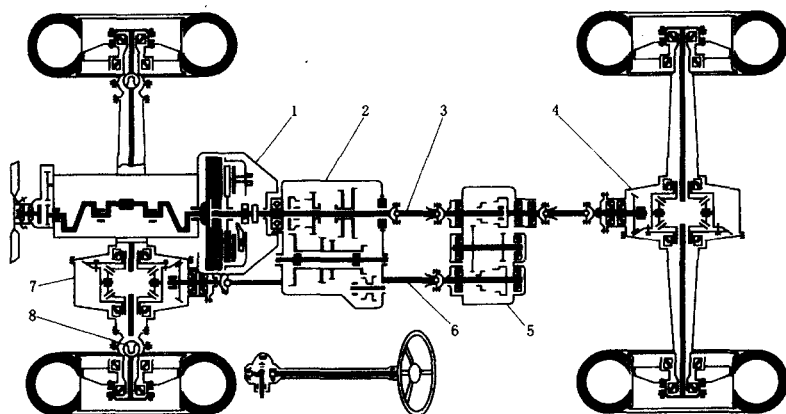
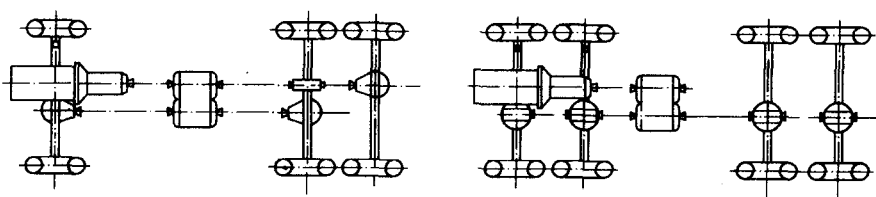


图 1-9 四轮驱动机构

1-离合器 2-变速器 3、6-万向传动装置 4、7-驱动桥 5-分动器 8-万向节



(a) 6×6 布置形式

(b) 8×8 布置形式

图 1-10 越野汽车布置示意图

1.3 思考题

1. 汽车传动系的基本功用是什么？
2. 汽车传动系有哪几种？各有什么特点？

第2章 离合器

离合器是汽车传动系的重要组成部分之一。在以内燃机为动力的汽车机械传动系中，它通常装在发动机飞轮的后端，传动系通过它与发动机相连接，即其主动部分与发动机飞轮连接，从动部分与变速器相连接。在汽车行驶过程中，驾驶员为适应不同使用情况（如起步、换挡、制动、停车）的需要，常常要频繁地踩下、松开离合器踏板，使发动机与传动系暂时分离，以中断动力传递，随后又使之逐渐结合，以便传递动力。

2.1 离合器的功用与要求

2.1.1 离合器的功用

离合器主要有以下几种功用。

1. 保证汽车平稳起步

汽车起步前，先发动发动机，变速器应处于空挡位置，以卸除发动机负荷，待发动机已起动并开始正常怠速运转后，方可将变速器挂上一定挡位使汽车起步。汽车起步时，如果发动机与变速器之间没有离合器而是刚性连接，变速器一旦挂上挡，汽车将因突然接收动力而猛烈向前冲出一下，但汽车并未能起步。这是因为汽车从完全静止到突然前冲时，产生很大的惯性力而对发动机造成很大的阻力矩。在此阻力矩的作用下，发动机转速急剧下降到最低稳定转速以下而熄火，汽车当然也无法起步。传动系中安装了离合器后，在变速器挂上挡起步之前，先踏下离合器踏板使离合器分离，暂时切断发动机与变速器之间的联系，然后再将变速器挂上挡，在逐渐踩下加速踏板使发动机发出的动力增加的同时，缓慢放松离合器踏板使离合器逐渐接合，它所传递的转矩逐渐增大，驱动轮获得的转矩也逐渐增大，直至驱动力足以克服汽车起步阻力时，汽车即从静止开始运动并逐步加速，从而保证汽车平稳起步。

2. 便于换挡

汽车在行驶过程中为了适应行驶条件的不断变化，变速器需要经常用不同的挡位工作。而普通齿轮变速器的换挡是通过拨动挂挡机构来实现的，即原用挡位的某一齿轮副退出啮