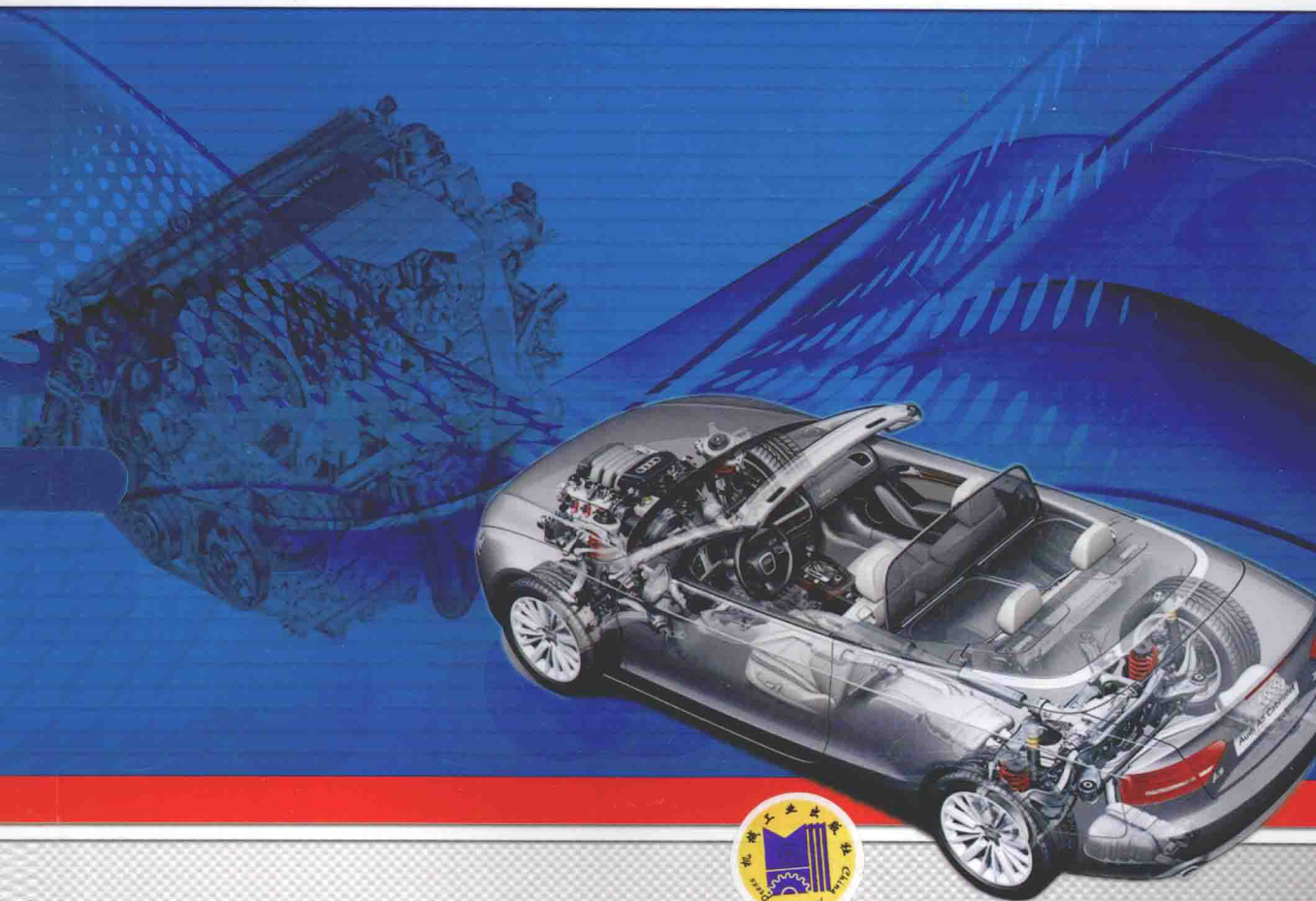


普通高等教育“十三五”规划教材

汽车原理与构造

刘宏新 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

普通高等教育“十三五”规划教材

汽车原理与构造

刘宏新 主编



机械工业出版社

本书按照普通高等教育汽车类专业高端应用型人才培养目标的要求编写。全书内容共分四部分，绪论引入汽车相关概念及国内外发展现状；以发动机篇、底盘篇为主体，详细讲解了发动机基本知识、机体零件与曲柄连杆机构、换气系统、柴油机燃油供给系统、汽油机燃油供给系统、汽油机点火系统、润滑系统、冷却系统、起动系统以及传动系统、车身与车架、行走系统、转向系统、制动系统；扩展篇则将混合动力与电动汽车以及拖拉机与工程车辆的相关内容引入其中。全书共编排了 16 个技术章节，力求全面系统地表述以汽车为核心的车辆工程领域的总体情况与技术进步。

本书可作为高等院校车辆工程及相关专业的专业教材，并为相关方面的工程技术人员，以及具有中等以上文化程度的技师及驾驶人提供参考。

图书在版编目（CIP）数据

汽车原理与构造 / 刘宏新主编.—北京：机械工业出版社，2015.6
ISBN 978-7-111-51044-4

I. ①汽… II. ①刘… III. ①汽车—理论②汽车—构造
IV. ①U46

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 177653 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：曲彩云 责任印制：康朝琦

北京中兴印刷有限公司印刷

2015 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·27.75 印张·537 千字

0001—3000 册

标准书号：ISBN 978-7-111-51044-4

定价：69.00 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：010-88361066

机工官网：www.cmpbook.com

读者购书热线：010-68326294

机工官博：weibo.com/cmp1952

010-88379203

金书网：www.golden-book.com

封面无防伪标均为盗版

教育服务网：www.cmpedu.com

前 言

随着科技的进步与经济的发展，汽车已成为人们日常生产、生活中不可或缺代步与运输工具。2013年，我国汽车产销量双双超过2000万辆，创历史新高，增速大幅提升，再次刷新全球汽车产销量纪录，位居世界第一，从业人员规模也日趋庞大。

汽车原理与构造是车辆工程专业的基础课程，也是从事汽车开发、研究、生产及使用的专业技术人员必备的专业基础知识。

本书按照普通高等教育汽车类专业高端应用型人才培养目标的要求编写。全书内容共分四部分，绪论引入汽车相关概念及国内外发展现状；以发动机篇、底盘篇为主体，详细讲解了发动机基本知识、机体零件与曲柄连杆机构、换气系统、柴油机燃油供给系统、汽油机燃油供给系统、汽油机点火系统、润滑系统、冷却系统、起动系统以及传动系统、车身与车架、行走系统、转向系统、制动系统；扩展篇则将混合动力与电动汽车以及拖拉机与工程车辆的相关内容引入其中。全书共编排了16个章节，力求全面系统地表述以汽车为核心的车辆工程领域的总体情况与技术进步。

本书编写注重全面性、时效性和普遍性。以基本知识点为纲要，结合典型实例详细阐述了汽车总体及其各组成部件的结构和工作原理，充实和增加了汽车技术发展的新内容。作为高等院校车辆工程及相关专业的专业教材，以培养学生理论联系实际及创新能力为宗旨，同时，该书也可以为汽车设计制造、汽车运用及修理、汽车运输管理相关方面的工程技术人员，以及具有中等以上文化程度的技师及驾驶人提供参考。

由于时间及水平有限，编者虽认真谨慎，书中仍难免有纰漏与不当之处，恳请读者能够见谅并给予以指正，也希望能与广大读者就汽车知识与运用等方面进行广泛的交流与合作。

编委会

汽车原理与构造

主 编：刘宏新

副 主 编：陈 军

薛金麟

于恩中

参编人员：（姓氏笔划排序）

王 威

石复习

吕景亮

关正军

初立东

张鸿琼

周 勇

参编院校：东北农业大学

南京农业大学

西北农林科技大学

华中农业大学

东北林业大学

吉林农业大学

目 录

前言

绪论

第一篇 发动机	16
第 1 章 发动机基本知识	16
1.1 概述	16
1.1.1 发动机的分类	16
1.1.2 发动机的总体构造	17
1.2 发动机的基本工作原理	19
1.2.1 基本术语	19
1.2.2 四冲程汽油机工作原理	20
1.2.3 四冲程柴油机工作原理	22
1.2.4 多缸发动机	23
1.3 发动机的主要性能指标	24
1.3.1 指示性能指标	25
1.3.2 有效性能指标	26
1.3.3 强化性能指标	27
1.3.4 环境性能指标	27
1.3.5 耐久可靠性能指标	28
1.4 内燃机名称及型号编制规则	28
1.4.1 产品名称	28
1.4.2 型号组成	28
1.4.3 型号示例	30
第 2 章 机体零件与曲柄连杆机构	32
2.1 机体零件	32
2.1.1 机体与下曲轴箱	32
2.1.2 气缸与气缸套	33
2.1.3 气缸盖与气缸垫	35
2.2 曲柄连杆机构	36
2.2.1 活塞连杆组	38
2.2.2 曲轴飞轮组	48
第 3 章 换气系统	56
3.1 概述	56
3.1.1 换气系统功用与构成	56
3.1.2 充量系数	56
3.2 配气机构	57

3.2.1	配气机构类型	57
3.2.2	配气机构组成	60
3.2.3	气门间隙与配气相位	66
3.3	进气系统	68
3.3.1	空气滤清器	68
3.3.2	进气歧管	70
3.4	排气系统	72
3.4.1	排气歧管	72
3.4.2	消声器	73
3.4.3	排气引射	73
3.4.4	废气净化装置	73
3.5	发动机增压技术	75
3.5.1	增压目的与原理	75
3.5.2	增压方式	76
3.5.3	废气涡轮增压技术	77
第4章	柴油机燃油供给系统	82
4.1	概述	82
4.1.1	供油系统的指标	83
4.1.2	可燃混合气的形成	84
4.1.3	燃烧室	85
4.2	传统燃油供给系统	87
4.2.1	喷油器	88
4.2.2	喷油泵	92
4.2.3	调速器	101
4.2.4	柴油机供给系统辅助装置	105
4.3	柴油机电控燃油喷射系统	109
4.3.1	电控燃油喷射系统的分类	109
4.3.2	电控燃油喷射系统的组成	111
4.3.3	喷油量的控制原理	112
4.3.4	高压共轨式柴油喷射系统	113
第5章	汽油机燃油供给系统	120
5.1	概述	120
5.2	化油器式燃油供给系统	120
5.2.1	简单化油器的基本组成	121
5.2.2	实用化油器的结构	122
5.3	电子控制燃油喷射系统	123
5.3.1	汽油喷射系统的特点	123
5.3.2	喷射系统的类型	124
5.3.3	电控燃油喷射系统的组成	125

5.4	燃油喷射系统	126
5.4.1	电磁式喷油器	126
5.4.2	冷起动喷嘴及热时间开关	127
5.4.3	压力调节器	127
5.4.4	燃油箱及燃油滤清器	128
5.4.5	输油泵	128
5.5	进气传感与调节	129
5.5.1	空气流量传感器	129
5.5.2	快怠速阀	131
5.6	燃油喷射控制系统	131
5.6.1	喷油正时及喷油量控制	132
5.6.2	传感器	133
5.6.3	故障诊断与保险	135
第6章	汽油机点火系统	138
6.1	概述	138
6.1.1	点火系统的功用	138
6.1.2	点火系统的分类	138
6.2	传统点火系统	139
6.2.1	点火系统的工作原理	139
6.2.2	点火系统的主要部件	140
6.3	电子点火系统	144
6.3.1	电子点火系统的组成和工作原理	145
6.3.2	点火信号发生器	146
6.3.3	电子点火器	149
6.3.4	电容蓄能式电子点火系统	153
6.4	微机控制点火系统	154
6.4.1	有分电器的微机控制点火系统	155
6.4.2	无分电器的微机控制点火系统	156
第7章	润滑系统	160
7.1	概述	160
7.1.1	润滑方式	160
7.1.2	润滑剂的种类与选用	161
7.2	润滑系统的组成及机油路	163
7.2.1	润滑系统的组成	163
7.2.2	机油路	164
7.3	主要零部件	167
7.3.1	机油泵	167
7.3.2	机油滤清器	170
7.3.3	机油冷却器	173

第 8 章 冷却系统	175
8.1 概述	175
8.1.1 功用与分类	175
8.1.2 冷却液	176
8.2 冷却系统的基本组成	177
8.2.1 液体冷却系统的组成及水路	177
8.2.2 风冷系统的组成	177
8.3 液体冷却系统的主要部件	178
8.3.1 水泵	179
8.3.2 散热器及散热器盖	180
8.3.3 冷却强度调节装置	182
第 9 章 起动系统	189
9.1 概述	189
9.1.1 起动方式	189
9.1.2 起动系统的工作原理	190
9.2 电起动系统	190
9.2.1 直流串励式电动机	192
9.2.2 起动机传动机构	194
9.2.3 起动机的控制装置	197
9.2.4 起动系统控制电路	201
9.2.5 电压转换开关	204
9.3 起动辅助装置	206
9.3.1 作用和类型	206
9.3.2 主要部件及其原理	206
第二篇 底盘	
第 10 章 传动系统	211
10.1 概述	211
10.1.1 传动系统的功用	211
10.1.2 传动系统的形式	211
10.2 离合器	215
10.2.1 功用和类型	215
10.2.2 摩擦式离合器的组成和工作原理	216
10.2.3 基本构件	218
10.2.4 操纵机构	223
10.3 手动变速器	230
10.3.1 齿轮箱	230
10.3.2 同步器	233
10.3.3 操纵机构	237
10.3.4 分动器	241

10.4	自动变速器	243
10.4.1	液力机械变速器	243
10.4.2	动力换档齿轮箱	245
10.4.3	液力耦合器	249
10.4.4	液力变矩器	250
10.5	无级变速器及双离合变速器	255
10.6	万向传动装置	259
10.6.1	功用与应用	259
10.6.2	万向节	261
10.6.3	传动轴和中间支撑	266
10.7	驱动桥	268
10.7.1	主减速器	269
10.7.2	驱动轮轴与半轴	271
10.7.3	桥壳	273
第 11 章	车身与车架	275
11.1	车身	275
11.1.1	功用及类型	275
11.1.2	车身壳体结构的组成	276
11.2	车架	281
11.2.1	边梁式车架	281
11.2.2	中梁式车架	283
11.2.3	综合式车架	284
11.2.4	其他类型车架	284
第 12 章	行驶系统	286
12.1	概述	286
12.1.1	功用与分类	286
12.1.2	行驶原理	286
12.2	车桥	288
12.2.1	转向桥	288
12.2.2	转向驱动桥	289
12.2.3	前轮定位	290
12.3	车轮	293
12.3.1	车轮的组成	294
12.3.2	轮辋	294
12.3.3	轮胎	295
12.4	悬架	299
12.4.1	作用和分类	299
12.4.2	非独立悬架	300
12.4.3	独立悬架	301

12.4.4 悬架的主要元件	303
第 13 章 转向系统	309
13.1 概述	309
13.1.1 类型、组成和工作原理	309
13.1.2 角传动比及车轮运动规律	311
13.2 机械转向系统	313
13.2.1 转向操纵机构	313
13.2.2 机械转向器	315
13.2.3 转向传动机构	320
13.2.4 差速器	322
13.3 助力转向系统	329
13.3.1 类型与组成	329
13.3.2 液压助力转向系统	330
13.3.3 电动助力转向系统	335
13.3.4 四轮转向	338
第 14 章 制动系统	342
14.1 概述	342
14.1.1 组成及工作原理	342
14.1.2 分类	343
14.2 制动器	344
14.2.1 鼓式制动器	344
14.2.2 盘式制动器	349
14.3 液压制动操纵系统	352
14.3.1 传动系统管路	352
14.3.2 主要零部件	354
14.4 气压制动操纵系统	359
14.4.1 制动系统回路	359
14.4.2 主要零部件	360
14.5 防抱死制动系统	365
14.5.1 基本组成及分类	365
14.5.2 工作过程	367
14.5.3 基于 ABS 的功能扩展	369
第三篇 扩展	375
第 15 章 混合动力与电动汽车	375
15.1 混合动力汽车	375
15.1.1 类型与基本结构	375
15.1.2 工作过程	378
15.1.3 蓄电池	382
15.1.4 电动机	385

15.2 动力蓄电池电动汽车	388
15.2.1 基本结构	388
15.2.2 动力蓄电池	390
15.2.3 电力驱动系统	393
15.3 燃料电池电动汽车	395
15.3.1 结构特点与类型	395
15.3.2 燃料电池	397
15.3.3 基本构成	400
15.3.4 工作原理	404
第 16 章 拖拉机与工程车辆	407
16.1 拖拉机	407
16.1.1 发展历史	407
16.1.2 国产拖拉机的型号	408
16.1.3 分类与组成	408
16.1.4 工作装置	410
16.2 工程车辆	416
16.2.1 推土机	416
16.2.2 挖掘机	418
16.2.3 装载机	419
16.2.4 叉车	421
16.2.5 混凝土搅拌运输车	422
16.2.6 自卸汽车	423
16.2.7 发展趋势	425
参考文献	429

绪 论

从第一辆汽车诞生至今，汽车工业从无到有，从小到大，以惊人的速度发展壮大，在社会中，汽车已成为人们生活不可缺少的重要工具。在我国，随着改革开放的深入和农村经济的发展，汽车、农用运输车（俗称农用车，现称低速货车和三轮汽车）已成为现代城市以及农村主要的交通运输工具。

1. 汽车的定义及分类

在国家标准 GB/T 3730.1—2001《汽车和挂车类型的术语和定义》中，汽车的定义是由自身动力装置驱动，具有四轮或四轮以上的非轨道承载机械装置。主要用于载运人员和（或）货物，牵引载运人员和（或）货物。

在该标准中，将汽车分为汽车、挂车和汽车列车三大类，各类又分为不同的类型和种类。其中，汽车又可分为乘用车和商用车两类，见表 0-1。

乘用车是指在其设计和技术特性上主要用于载运乘客及其随身行李和临时物品的汽车，包括驾驶人座位在内最多不超过 9 个座位，它也可以牵引一辆挂车。

商用车是指在设计和技术特性上用于运送人员及其行李和货物的汽车，并且可以牵引挂车。

表 0-1 汽车分类

分类		说明					图例
		车身	车顶	座位	车门	车窗	
乘用车	普通乘用车	封闭	硬顶	≥4	2 4		
	活顶乘用车	可开启	硬顶 软顶	≥4	2 4	≥4	
	高级乘用车	封闭	硬顶	≥4	4 6	≥6	
	小型乘用车	封闭	硬顶	≥2	2	≥2	
	敞篷车	可开启	软顶 硬顶	≥2	2 4	≥2	
	仓背乘用车	封闭	硬顶	≥4	2 4	≥2	—
	旅行车	封闭	硬顶	≥4	2 4	≥4	
多用途乘用车	座位数超过 7 个，多用途						

(续)

分类		说明					图例	
		车身	车顶	座位	车门	车窗		
乘用车	短头乘用车	短头						
	越野乘用车	可在非道路上行驶						
	专用乘用车	专用用途（救护车、旅居车、防弹车、殡仪车等）					—	
商用车	客车	小型客车	载客，≤16座（除驾驶人座）					
		城市客车	城市用公共汽车					
		长途客车	长途客车					
		旅游客车	旅游用车					
		铰接客车	由两节刚性车厢铰接组成的客车					
		无轨电车	经架线由电力驱动的客车					
		越野客车	可在非道路上行驶的客车					—
		专用客车	专门用途的客车					—
	半挂牵引车	牵引半挂车的商用车						
	货车	普通货车	敞开或封闭的载货车					
		多用途货车	驾驶室后可载3人以上的货车					
		全挂牵引车	牵引杆式挂车的货车					
		越野货车	可在非道路上行驶					
专用作业车		特殊工作的货车（消防车、抢险车、垃圾车、应急车、街道清扫车、扫雪车、清洁车等）						
专用货车		运输特殊物品的货车（罐式车、乘用车运输车、集装箱运输车等）						

在国家标准 GB/T 15089—2001《机动车辆及挂车分类》中将机动车辆和挂车主要分为 M 类、N 类和 O 类，适用于道路上使用的机动车辆及挂车，见表 0-2。

表 0-2 机动车辆及挂车分类

机动车辆类型		乘客座位数	厂定汽车最大总质量/t	说明	
M 类	至少有四个车轮并且用于载客的机动车辆	M ₁ 类	≤9	—	包括驾驶人座位在内，座位数不超过 9 个的载客车辆
		M ₂ 类	≤9	≤5.0	包括驾驶人座位在内，座位数不超过 9 个，且最大设计总质量不超过 5.0t 的载客车辆
		M ₃ 类	>9	>5.0	包括驾驶人座位在内，座位数超过 9 个，且最大设计总质量超过 5.0t 的载客车辆
N 类	至少有四个车轮并且用于载货的机动车辆	N ₁ 类	—	≤3.5	最大设计总质量不超过 3.5t 的载货车辆
		N ₂ 类	—	>3.5~12	最大设计总质量超过 3.5t，但不超过 12t 的载货车辆
		N ₃ 类	—	>12	最大设计总质量超过 12t 的载货车辆
O 类	挂车（包括半挂车）	O ₁ 类	—	≤0.75	最大设计总质量不超过 0.75t 的挂车
		O ₂ 类	—	>0.75~3.5	最大设计总质量超过 0.75t，但不超过 3.5t 的挂车
		O ₃ 类	—	>3.5~10	最大设计总质量超过 3.5t，但不超过 10t 的挂车
		O ₄ 类	—	>10	最大设计总质量超过 10t 的挂车

注：乘客座位数包括驾驶人在内。

常用类型的汽车说明如下：

(1) 轿车 载人的小型客车，底盘低、乘坐舒适、制造精美，被称为流动的现代工业艺术品，代表着一个国家的汽车工业总体发展水平。轿车按发动机工作容积（排量）分级：微型轿车（排量 1L 以下）、普通级轿车（排量 1~1.6L）、中级轿车（排量 1.6~2.5L）、中高级轿车（排量 2.5~4L）和高级轿车（排量 4L 以上）。

(2) 客车 用于大量运输人员的车辆，是现代社会的公共交通工具。按长度分

级：微型客车（长度 3.5m 以下）、轻型客车（长度 3.5~7m）、中型客车（长度 7~10m）、大型客车（长度 10~12m）、特大型客车（长度 12m 以上或双层客车长度 10~12m）。

（3）载货货车 用于运载货物，在其驾驶室内还可容纳 2~6 个乘员，分为普通货车和专用货车两大类型。按总质量分级：微型货车（总质量 1.8t 以下）、轻型货车（总质量 1.8~6t）、中型货车（总质量 6~14t）和大型货车（总质量 14t 以上）。

一般低速汽车属于货车的一类，以柴油机为动力，中小吨位，中低速度，有三轮汽车（原三轮农用运输车）和低速货车（原四轮农用运输车）之分。三轮汽车是指设计最高车速不高于 50km/h，具有三个车轮的货车。低速货车是指设计最高车速不高于 70km/h，具有四个车轮的货车。鉴于目前三轮汽车和低速货车仍具有相当规模的保有量，本书保留了三轮汽车和低速货车的型号编制规则内容。

（4）越野汽车 能够在自然地面上行驶的汽车，用于执行恶劣路况下的人员及货物运输或作为运动竞赛车辆使用。越野汽车的结构坚固、底盘高、功率强劲，乘坐舒适。

（5）牵引汽车 专门或主要用于牵引挂车的汽车，通常可分为半挂牵引汽车和全挂牵引汽车等类型。半挂牵引汽车后部设有牵引座，用来牵引和支承半挂车前端。全挂牵引汽车本身带有车厢，其外形虽与货车相似，但其车辆长度和轴距较短，而且尾部设有牵引用拖钩。

（6）自卸汽车 车厢配有自动倾卸装置的汽车。又称为翻斗车、工程车，由汽车底盘、液压举升机构、取力装置和货厢组成。

（7）专用汽车 专门用于某项具体任务或工作区别于一般载人、运货的普通车辆。如商业售货车、环卫作业车等。

（8）内燃机汽车 目前绝大多数汽车的动力形式，历史悠久、技术成熟。根据其使用的燃料不同，通常分为汽油车、柴油车和以丙烷、丁烷为主的液化石油气汽车以及双燃料汽车等。

（9）电动汽车 以直流电动机为动力装置，电动汽车的优点是无废气排出，无污染、噪声小、能量转换效率高、易实现操纵自动化。电动机的供能装置通常是化学蓄电池，由于传统的铅蓄电池在质量、充电间隔时间、寿命、放电能力等方面还不完全令人满意，限制了电动汽车的大量普及，但电动汽车被公认为是内燃机汽车的未来替代者。此外，电动机的供能装置也可以使用太阳电池。

2. 汽车的总体构造

汽车由发动机、底盘、车身和电器与电子设备四部分组成。以轿车为例，其一般构造如图 0-1 所示。

（1）发动机 发动机是汽车的动力装置，它的作用是使供入其中的燃料燃烧而发出动力。现代汽车广泛应用往复式内燃机，它由机体零件与曲柄连杆机构、换气系统、燃油供给系统、冷却系统、润滑系统、点火系统（汽油发动机采用）和起动系统等部分组成。根据汽车发动机所用燃料的不同，可分为汽油机和柴油机两大类，载货汽车及大型汽车一般都采用柴油机作为动力。

（2）底盘 底盘通过接受发动机的动力，使汽车运动并保证汽车按照驾驶人的操纵正常行驶。底盘主要由传动系统、行驶系统、转向系统和制动系统组成。

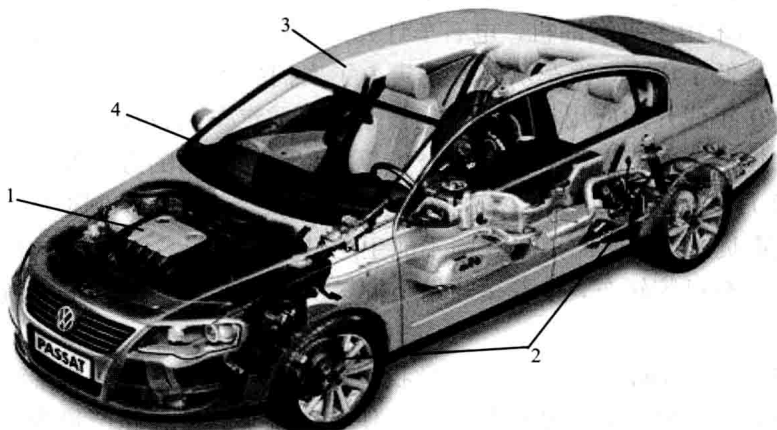


图 0-1 轿车的一般构造

1—发动机 2—底盘 3—车身 4—电器与电子设备

1) 传动系统 将发动机的动力传给驱动轮。汽车传动系统的形式有机械式、液力式和电力式等。传统机械式传动系统主要由离合器、变速器、万向传动装置及驱动桥（主减速器和半轴）等组成。液力机械式传动系统是液力和机械传动的组合运用，以液体为传动介质，利用液体在主动元件和从动元件之间循环流动过程中动能的变化来实现动力的传递。电力式传动系统主要由发动机驱动的发电机发电、再由电动机驱动桥或直接驱动电动驱动轮来驱动车辆行驶。

2) 行驶系统 使汽车各总成及部件安装在适合的位置上，对全车起支撑作用，以保证汽车正常行驶。一般是由车桥、悬架及车轮组成的。

3) 转向系统 使汽车按照驾驶人选定的方向行驶。汽车转向系统根据转向能源的不同可分为机械转向系统和动力转向系统两大类。完全靠驾驶人手力操纵的转向系统称为机械转向系统。传统机械转向系统主要由转向盘、转向器及转向传动机构组成。借助动力来操纵的转向系统称为动力转向系统。

4) 制动系统 使汽车减速或停车，并可保证驾驶人离去后汽车可靠地驻留原地。主要由供能装置、控制装置、传动装置及制动器等组成。

(3) 车身 车身用以安置驾驶人、乘客或装载货物。车身及车架的结构决定了汽车的用途。它有承载式车身和非承载式车身之分。对于各种客车来说，其具有完整的封闭车身；在载重汽车中，车身由驾驶室和货箱组成。

(4) 电器与电子设备 以利用车载电源电能转化完成特定工作为其基本特征，由电源、发动机点火系统（汽油机）和起动机、照明和信号装置、空调仪表和报警系统以及辅助电器等组成。此外，在现代汽车上越来越多地装设了各种电子设备：微处理器、中央计算机系统及各种人工智能装置等，显著地提高了汽车的性能。

3. 汽车的发展历史

在蒸汽机的发明及成功应用于铁路之后，人们开始致力于非轨道动力车辆的研究，1769年即出现了以蒸汽机为动力的汽车。1886年德国工程师卡尔·本茨和戴姆勒分别制造出以内燃机为动力的世界上公认的第一辆汽车，该汽车具备了现代车辆的普遍特征。