



汽车构造

(第2版)

关文达 主 编
吴 明 张凯良 王 超 王 巍 副主编
王耀斌 主 审

汽车构造

(第2版)

关文达 主 编
吴 明 张凯良 王 超 王 巍 副主编
王耀斌 主 审

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书共 26 章。主要以国产轿车和部分进口轿车为主,全面系统地阐述了汽车的结构、工作原理和主要性能。

全书在第 1 版的基础上,对现代汽车发动机电控部分(如电控气门正时、电控汽油喷射、电控柴油喷射、电控点火系)、底盘电控部分(如电控自动变速器、电控制动防抱死和防滑系统、电控悬架高度自动控制系统、电控动力转向系统)、车身电控部分(如电子仪表、电动座椅、电动后视镜、电动天窗、电动中央门锁控制、电子防撞系统、倒车防撞装置、巡航控制系统、汽车导航系统和汽车黑匣子)等内容做了较多的充实;另外,增加了发动机涡轮增压、发动机排放控制、车载网络系统、新能源汽车(纯电动汽车、燃料电池电动汽车、混合动力汽车、燃气汽车)和自动化高速公路等新内容。本书编写内容实用性强、涉及面广、图文并茂、深入浅出。

本书为汽车工程类本科教材,也可作为成人教育、高职、高专、职大教材,还可供汽车工业部门和汽车运输部门的工程技术人员参考,同样适用于高校相关专业师生扩展知识的需要。

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/关文达主编. —2 版. —北京:清华大学出版社, 2009. 1

ISBN 978-7-302-18975-6

I. 汽… II. 关… III. 汽车—构造 IV. U463

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 186088 号

责任编辑:庄红权 张秋玲

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:北京市清华园胶印厂

装 订 者:三河市新茂装订有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:30 插 页:1 字 数:725 千字

版 次:2009 年 1 月第 2 版

印 次:2009 年 1 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:45.00 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:028807-01

前 言

作为工业时代科技的结晶——汽车,已经历了百余年的辉煌,目前正面临一场深刻的变革。在过去的百余年时间里,汽车的结构和性能的改进主要依赖机械结构的改进而实现。当前,随着电子技术、数字技术、网络技术的飞速发展,使这些技术在汽车上得到应用,借以使汽车性能得到更大的改进,已经是大势所趋。

为了满足广大读者急需对汽车上采用的电子技术、数字技术、网络技术的了解。本书在第1版(2004年9月)的基础上,充实和增加了许多汽车电控技术方面新内容,如发动机电控技术(电控气门正时、电控汽油喷射、电控柴油喷射、电控点火系)、底盘电控技术(电控自动变速器、电控制动防抱死和防滑系统、电控悬架高度自动控制系统、电控动力转向系)和车身电控技术(如电子仪表、电动座椅、电动后视镜、电动天窗、电动中央门锁控制、电子防碰撞系统、倒车防碰撞装置、巡航控制系统、汽车导航系统和汽车黑匣子)等。

另外,本书增加了发动机涡轮增压、发动机排放控制、车载网络系统、新能源汽车(纯电动汽车、燃料电池电动汽车、混合动力汽车、燃气汽车)和自动化高速公路等新内容。

本书从内容上建立了以轿车(一汽红旗、奥迪100、宝来、捷达/高尔夫、奔腾;上海别克、大众波罗、赛欧;广州本田雅阁和一汽富康等)为主的结构体系,以适应我国轿车工业的快速发展,满足读者对轿车结构的需求,并力争使教材尽快跟上轿车工业的发展。

在编写时考虑到成人教育、高职、高专、电视大学相关专业的需要,在内容上深入浅出,便于自学。

本书编写人员分工:关文达(总论、第25章)、吴明(第1~4章)、张凯良(第13~16章)、王超(第5~8章)、王羽(第24、26章)、初立东(第9、18、21章)、刘兆惠(第10~12章)、王巍(第22、23章)、陈霞(第17、19、20章)。

全书由关文达主编并统稿,吴明、张凯良、王超、王巍为副主编,王耀斌担任主审。此外,李頔、王雨琴、关鸿炜、赵树森、王雨霞、赵艳萍和赵艳玲参与了全书的资料收集及图稿的整理工作。

本书在编写过程中,参考了一些相关资料,在此向所有相关资料的作者一并表示感谢。由于编者水平有限,书中难免出现疏漏之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2008年12月

目 录

0 总论	1
0.1 汽车的分类	1
0.2 国产汽车产品型号编制规则	3
0.3 车辆识别代号编码	3
0.4 汽车的总体构造	8
0.5 汽车行驶的基本原理	9
第 1 章 发动机的工作原理与总体构造	11
1.1 概述	11
1.2 四行程发动机的工作原理	12
1.2.1 发动机常用术语	12
1.2.2 发动机的工作原理	13
1.3 发动机的总体构造	16
1.4 内燃机的名称及型号编制规则	19
第 2 章 曲柄连杆机构	21
2.1 机体组	21
2.1.1 汽缸体	21
2.1.2 汽缸盖	24
2.1.3 汽缸垫	26
2.1.4 油底壳	26
2.1.5 发动机的支承	28
2.2 活塞连杆组	28
2.2.1 活塞	28
2.2.2 活塞环	32
2.2.3 活塞销	34
2.2.4 连杆	35
2.3 曲轴飞轮组	37
2.3.1 曲轴	37
2.3.2 曲轴扭转减振器	44
2.3.3 飞轮	44

第 3 章 配气机构	46
3.1 充气效率	46
3.2 配气机构的布置形式	46
3.2.1 凸轮轴的布置形式	48
3.2.2 凸轮轴的传动方式	51
3.2.3 气门数目及排列方式	52
3.2.4 气门间隙	54
3.3 配气相位	54
3.3.1 进、排气门的配气相位	54
3.3.2 气门重叠	55
3.4 配气机构的主要零部件	55
3.4.1 气门组	56
3.4.2 气门传动组	58
3.5 可变进气系统	64
3.5.1 可变气门正时及升程电子控制系统	64
3.5.2 多气门分段工作进气系统	65
3.5.3 双进气管分段工作进气系统	66
3.5.4 进气管长度及面积可变进气系统	66
第 4 章 汽油机燃料供给系	67
4.1 概述	67
4.1.1 任务和分类	67
4.1.2 汽油	67
4.1.3 可燃混合气成分的表示方法	68
4.1.4 可燃混合气浓度对发动机性能的影响	69
4.1.5 发动机各工况对可燃混合气浓度的要求	70
4.2 化油器式燃料供给系简介	71
4.2.1 组成	71
4.2.2 简单化油器及其工作过程	72
4.2.3 简单化油器特性	73
4.2.4 理想化油器特性	73
4.2.5 化油器的工作系统	74
4.2.6 电子控制化油器	78
4.2.7 汽油箱	80
4.2.8 汽油滤清器	80
4.2.9 汽油泵	81
4.3 电控汽油喷射式燃料供给系	82
4.3.1 概述	82

4.3.2	组成	83
4.3.3	主要元件的结构与工作原理	85
4.3.4	电控燃油喷射系统典型实例	96
4.4	汽油机涡轮增压	98
4.4.1	汽油机涡轮增压的特点	99
4.4.2	汽油机涡轮增压的布置方案	99
第5章	柴油机燃料供给系	101
5.1	概述	101
5.1.1	柴油机燃料供给系的组成	101
5.1.2	柴油	102
5.2	可燃混合气的形成与燃烧室	104
5.2.1	可燃混合气形成的特点与过程	104
5.2.2	燃烧室	105
5.3	喷油器	108
5.3.1	孔式喷油器	108
5.3.2	轴针式喷油器	109
5.4	喷油泵	110
5.4.1	柱塞式喷油泵	111
5.4.2	转子分配式喷油泵	118
5.5	调速器	126
5.5.1	调速器的功用及分类	126
5.5.2	机械离心式调速器的基本工作原理	127
5.5.3	RAD 型两速调速器	129
5.5.4	全速调速器	132
5.6	柴油机燃料供给系辅助装置	134
5.6.1	输油泵	134
5.6.2	喷油提前调节装置	136
5.7	电控柴油喷射系统	138
5.7.1	控制原理与分类	139
5.7.2	电控直列泵喷射系统	140
5.7.3	电控分配式喷油泵	142
5.7.4	电控共轨式柴油喷射系统	145
5.8	涡轮增压器	149
5.8.1	增压的作用和方式	149
5.8.2	废气涡轮增压器的工作原理	149
5.8.3	废气涡轮增压器的构造	150

第 6 章 发动机排放控制	152
6.1 三元催化转化器	152
6.2 废气再循环装置	153
6.3 曲轴箱强制通风装置	153
6.4 汽油蒸发控制装置	155
第 7 章 发动机冷却系	156
7.1 概述	156
7.1.1 功用与分类.....	156
7.1.2 冷却液.....	157
7.2 水冷系	157
7.2.1 水冷系的组成及水路.....	157
7.2.2 水冷系的主要部件.....	158
7.3 风冷系	164
第 8 章 发动机润滑系	165
8.1 概述	165
8.1.1 功用与润滑方式.....	165
8.1.2 组成.....	165
8.1.3 润滑油.....	166
8.1.4 润滑脂.....	168
8.2 润滑系油路	169
8.3 润滑系的主要部件	171
8.3.1 机油泵.....	171
8.3.2 滤清器.....	173
第 9 章 汽油发动机点火系	176
9.1 概述	176
9.2 传统点火系	176
9.2.1 传统点火系的组成.....	176
9.2.2 传统点火系的工作原理.....	182
9.3 半导体点火系	184
9.3.1 有触点半导体点火系.....	184
9.3.2 无触点半导体点火系.....	185
9.4 微机控制点火系	189
9.4.1 有分电器的微机控制点火系.....	190
9.4.2 无分电器的微机控制点火系.....	194
9.4.3 直接点火系.....	195

9.5	汽车电源	196
9.5.1	蓄电池	196
9.5.2	交流发电机	196
9.5.3	电压调节器	198
第 10 章	发动机起动系	199
10.1	起动机的组成	199
10.1.1	直流电动机	199
10.1.2	传动机构	200
10.1.3	控制机构	202
10.2	起动机简介	203
10.2.1	减速起动机	203
10.2.2	永磁起动机	204
第 11 章	汽车传动系	206
11.1	传动系的组成和功能	206
11.1.1	组成	206
11.1.2	功能	206
11.2	传动系的分类及布置形式	207
11.2.1	分类	207
11.2.2	布置形式	209
第 12 章	离合器	211
12.1	离合器的功用	211
12.2	摩擦离合器的结构及工作原理	211
12.3	摩擦离合器的分类	212
12.3.1	膜片弹簧式摩擦离合器	212
12.3.2	周布弹簧式摩擦离合器	215
12.3.3	中央弹簧式摩擦离合器	216
12.4	离合器扭转减振器	217
12.5	离合器操纵机构	217
12.5.1	液压式操纵机构	218
12.5.2	机械式操纵机构	219
12.5.3	弹簧或气压助力式操纵机构	219
第 13 章	普通齿轮变速器	222
13.1	概述	222
13.2	变速器的传动机构	223
13.2.1	两轴式变速器	223

13.2.2	三轴式变速器	228
13.2.3	组合式变速器	230
13.3	同步器	231
13.3.1	作用	231
13.3.2	无同步器时的换挡过程	231
13.3.3	锁环式惯性同步器	232
13.3.4	锁销式惯性同步器	235
13.4	变速器操纵机构	236
13.4.1	功用与要求	236
13.4.2	结构	236
13.4.3	锁止装置	238
第 14 章	汽车自动变速器	240
14.1	概述	240
14.1.1	分类	240
14.1.2	组成	241
14.2	自动变速器的工作过程	247
14.2.1	辛普森式行星齿轮机构	247
14.2.2	拉威娜式行星齿轮机构	252
14.3	典型结构	253
14.3.1	一汽宝来轿车自动变速器	253
14.3.2	广州本田雅阁轿车自动变速器	255
第 15 章	万向传动装置	259
15.1	概述	259
15.1.1	功用与组成	259
15.1.2	在汽车上的应用	259
15.2	万向节	260
15.2.1	十字轴式刚性万向节	260
15.2.2	准等速万向节和等速万向节	262
15.3	传动轴与中间支承	266
第 16 章	驱动桥	267
16.1	概述	267
16.1.1	功用	267
16.1.2	分类与组成	267
16.2	主减速器	268
16.2.1	单级主减速器	268
16.2.2	双级主减速器	270

16.2.3	贯通式主减速器	271
16.2.4	双速主减速器	272
16.2.5	轮边减速器	273
16.3	差速器	273
16.3.1	对称式锥齿轮差速器	273
16.3.2	防滑差速器	276
16.4	半轴与驱动桥壳	279
16.4.1	半轴	279
16.4.2	驱动桥壳	281
第 17 章	汽车行驶系	283
17.1	功用	283
17.2	组成	283
17.3	分类	283
第 18 章	车架	285
18.1	功用与分类	285
18.2	边梁式车架	285
18.3	中梁式车架	287
18.4	综合式车架	288
第 19 章	车桥和车轮	289
19.1	车桥	289
19.1.1	功用与分类	289
19.1.2	转向桥	289
19.1.3	转向驱动桥	294
19.1.4	后轮定位	295
19.2	车轮与轮胎	296
19.2.1	车轮	296
19.2.2	轮胎	298
第 20 章	悬架	304
20.1	悬架的组成与分类	304
20.1.1	组成	304
20.1.2	分类	305
20.2	弹性组件	305
20.2.1	钢板弹簧	305
20.2.2	螺旋弹簧	306
20.2.3	扭杆弹簧	306

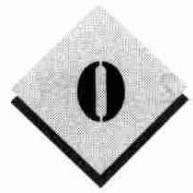
汽车构造 (第 2 版)

20.2.4	气体弹簧	307
20.2.5	橡胶弹簧	309
20.3	减振器	309
20.4	非独立悬架	311
20.4.1	纵置钢板弹簧式非独立悬架	311
20.4.2	螺旋弹簧式非独立悬架	312
20.4.3	空气弹簧式非独立悬架	313
20.5	独立悬架	313
20.5.1	横臂式独立悬架	314
20.5.2	纵臂式独立悬架	316
20.5.3	车轮沿主销移动的独立悬架	318
20.6	电子控制空气悬架	320
20.6.1	分类	321
20.6.2	结构及工作原理	321
20.6.3	凌志 LS400 型轿车电控空气悬架	326
第 21 章	汽车转向系	328
21.1	概述	328
21.1.1	类型及工作原理	328
21.1.2	有关概念	329
21.2	机械转向系	330
21.2.1	转向操纵机构	330
21.2.2	转向器	331
21.2.3	转向传动机构	333
21.3	动力转向系	335
21.3.1	组成	335
21.3.2	电控动力转向系	336
21.3.3	轿车四轮转向系	337
第 22 章	汽车制动系	341
22.1	概述	341
22.1.1	类型	341
22.1.2	工作原理	341
22.2	车轮制动器	342
22.2.1	鼓式制动器	343
22.2.2	盘式制动器	349
22.3	驻车制动系	353
22.4	液压制动系	354
22.4.1	液压制动系管路	354

22.4.2	液压制动系主要零部件	355
22.5	气压制动系	362
22.5.1	气压制动系回路	362
22.5.2	主要零部件	363
22.6	辅助制动系	368
22.7	防抱死制动系统	369
22.7.1	概述	369
22.7.2	组成	370
22.7.3	工作过程	371
22.8	驱动防滑系统	373
22.8.1	概述	373
22.8.2	组成	373
22.8.3	工作过程	373
第 23 章	汽车车身	377
23.1	概述	377
23.1.1	作用和组成	377
23.1.2	车身壳体分类	377
23.2	车身壳体与门窗	378
23.2.1	轿车车身	378
23.2.2	客车车身	380
23.2.3	载货汽车驾驶室和车厢	381
23.2.4	车门、车窗及附件	385
23.3	车身内部装置	387
23.3.1	座椅	387
23.3.2	电动车窗	390
23.3.3	电动天窗	391
23.4	乘员保护装置	392
23.4.1	座椅安全带	392
23.4.2	安全气囊	393
23.5	电动后视镜	397
23.6	汽车暖风空调装置	398
23.6.1	通风、采暖装置	398
23.6.2	空调装置	399
23.7	风窗刮水器与风窗洗涤器	402
23.7.1	风窗刮水器	402
23.7.2	风窗洗涤器	404

第 24 章 汽车车身电子控制装置	406
24.1 汽车仪表与显示装置	406
24.1.1 传统仪表	406
24.1.2 电子仪表	407
24.2 照明与信号装置	409
24.2.1 照明装置	409
24.2.2 信号装置	411
24.2.3 常用标识符号	413
24.3 中央控制门锁	414
24.3.1 无遥控功能中央控制门锁	414
24.3.2 无线遥控中央门锁	416
24.4 防盗报警装置	419
24.4.1 概述	419
24.4.2 组成	420
24.4.3 典型防盗报警装置	421
24.5 汽车防碰撞控制装置	421
24.5.1 概述	421
24.5.2 超声波倒车防碰撞装置	422
24.5.3 雷达防碰撞装置	423
24.6 汽车音响	424
24.6.1 组成	424
24.6.2 轿车多媒体简介	425
24.7 巡航控制系统	426
24.7.1 组成	426
24.7.2 典型结构	428
24.8 汽车导航系统	429
24.8.1 GPS 系统简介	430
24.8.2 汽车 GPS 系统	430
24.8.3 汽车 GPS 系统功能	431
24.9 汽车黑匣子	432
24.9.1 功用	432
24.9.2 组成	433
24.9.3 典型结构	433
24.10 智能汽车与自动化高速公路	434
24.10.1 智能汽车	434
24.10.2 自动化高速公路	435

第 25 章 车载网络基础知识	436
25.1 概述.....	436
25.1.1 结构与组成.....	437
25.1.2 常用基本术语.....	438
25.1.3 局域网.....	439
25.1.4 汽车车载网络协议标准.....	440
25.2 车载网络信息传输系统.....	441
25.2.1 多路传输系统.....	441
25.2.2 CAN 数据传输系统	442
25.2.3 汽车 MOST 技术	442
25.2.4 局部连接网络.....	442
25.3 典型车载网络系统.....	443
25.3.1 一汽宝来 CAN 数据传输系统	443
25.3.2 广州本田雅阁多路传输系统.....	445
第 26 章 新能源汽车	448
26.1 纯电动汽车.....	448
26.2 燃料电池电动汽车.....	449
26.3 混合动力电动汽车.....	450
26.3.1 分类.....	450
26.3.2 组成.....	451
26.3.3 典型结构.....	452
26.4 燃气汽车.....	453
26.4.1 概述.....	453
26.4.2 结构.....	455
26.4.3 专用装置.....	459
附录 A 部分国产汽车技术参数及简明结构	插页
参考文献.....	463



总论

0.1 汽车的分类

汽车是由自身动力驱动,具有4个或4个以上车轮,非轨道、无架线的承载车辆,主要用于运载人员和物资,以及牵引运载人员和物资的车辆。汽车的种类繁多,分类方法也比较多。

1. 按用途分类

根据原国家标准 GB/T 3730.1—1988 的规定,按不同用途,汽车可以分为普通运输汽车、专用汽车、特种用途汽车等。

1) 普通运输汽车

普通运输汽车分为轿车、客车和货车,并按照汽车的主要特征参数分类。

(1) 轿车 轿车是指载送2~9名乘员,主要供私人使用的汽车。按照发动机的排量,轿车分为微型轿车(排量 ≤ 1.0 L)、普及型轿车(1.0 L $<$ 排量 ≤ 1.6 L)、中级轿车(1.6 L $<$ 排量 ≤ 2.5 L)、中高级轿车(2.5 L $<$ 排量 ≤ 4.0 L)和高级轿车(排量 > 4.0 L)。

(2) 客车 客车是指载送9名以上乘员,供公共服务用的汽车。按照车身总长度,客车可以分为微型客车(长度 ≤ 3.5 m)、轻型客车(3.5 m $<$ 长度 ≤ 7.0 m)、中型客车(7.0 m $<$ 长度 ≤ 10.0 m)、大型客车(10.0 m $<$ 长度 ≤ 12.0 m)和特大型客车(铰接式客车与双层客车)。

(3) 货车 货车是指载送货物的运输汽车。按照汽车的总质量,货车可以分为微型货车(总质量 ≤ 1.8 t)、轻型货车(1.8 t $<$ 总质量 ≤ 6.0 t)、中型货车(6.0 t $<$ 总质量 ≤ 14.0 t)和重型货车(总质量 > 14.0 t)。

2) 专用汽车

专用汽车是在基本车型的基础上,装上专用设备或装置,用于完成某种专门作业任务的汽车,如消防车、救护车、电视转播车等。还有一种是运输型专用汽车,只是车身经过改装后用来运输专门的货物,如冷藏车、水泥搅拌车、半挂车等。

3) 特种用途汽车

特种用途汽车根据特殊要求设计或改装而成,主要执行运输以外的任务(军用作战车辆不属此类),包括竞赛汽车、娱乐汽车等。

2. 按汽车装备的动力装置分类

1) 往复式活塞式发动机汽车

现代汽车上广泛采用往复式活塞式发动机作为其动力装置。按照其使用燃料的不同,可以分为汽油机汽车、柴油机汽车和代用燃料汽车。目前的代用燃料主要有合成液体石油、液化石油气(LPG)、压缩天然气(CNG)、醇类等。

2) 燃气轮机汽车

与活塞式发动机相比,燃气轮机功率大、质量小、转矩特性好、对燃油无严格限制,但耗油量、噪声和制造成本均较高。

3) 电动汽车

电动汽车是指以电动机为驱动机械并以蓄电池为能源的车辆(不包括依靠架线供电行驶的车辆),包括蓄电池式电动汽车、燃料电池式电动汽车和装有内燃机-发电机组以及蓄电池的混合动力汽车。电动汽车的主要优点是不需要石油燃料、零排放以及可在特殊环境下工作。由于蓄电池的比能量低、充电时间长、寿命短,使电动汽车的车速和续驶里程等性能短时间内还无法与装有传统动力装置的汽车相媲美。

3. 按汽车行驶道路条件分类

1) 公路用车

适用于公路和城市道路上行驶的汽车称为公路用车。它的外廓尺寸和单轴负荷等均受交通法规限制。

2) 非公路用车

非公路用车分为两类:一类是其外廓尺寸和单轴负荷等参数超过公路用车法规的限制,只能在矿山、机场、工地、专用道路等非公路地区使用;另一类是能在无路地面上行驶的高通过性汽车,称为越野汽车。越野汽车可以是轿车、客车、货车或其他用途的汽车。根据GB/T 3730.1-1988的规定,越野汽车按总质量分为轻型越野汽车(总质量 $\leq 5\text{ t}$),如北京BJ2020;中型越野汽车($5\text{ t} < \text{总质量} \leq 13\text{ t}$),如东风EQ2080;重型越野汽车(总质量 $> 13\text{ t}$),如斯太尔。

4. 按汽车行驶机构的特征分类

1) 轮式汽车

可以按照驱动形式将轮式汽车分为非全轮驱动和全轮驱动两种类型。汽车的驱动形式常用汽车的全部车轮数 n 乘以驱动车轮数 m 表示,其中的车轮数按轮毂数计。普通汽车一般只有2个后轮驱动,如东风EQ1141G(4×2)汽车,全部车轮为4个,驱动车轮为2个;延安SX2190(6×6)汽车,全部车轮为6个,且全部为驱动车轮。

2) 其他类型行驶机构的车辆

这类车辆包括履带式、雪橇式车辆以及水陆两用式车辆等。