

汽车结构基础 与原理

● 主编 唐德修

 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

高等职业教育“十三五”创新型特色规划教材·汽车类

汽车结构基础 与原理

主 编 唐德修
副主编 赵厚程 高晓岚
主 审 黄海波

 北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 提 要

本书按项目化模式编写,打破了传统汽车构造类教材的编写思路,全书共分五篇七个项目,项目一介绍汽车的基础常识,项目二介绍能源与汽车,项目三介绍纯内燃机汽车的动力系统,项目四介绍纯电动和混动汽车的动力系统,项目五介绍汽车行驶系统,项目六介绍汽车操控系统,项目七介绍汽车空调系统。

本书可作为高等职业院校汽车专业教学用书,其中有*的内容属于拓展内容,有☆的内容属于机械类专业基础知识,任课教师可根据专业的具体情况对内容做适当的增删,提倡教师把专业基础知识融入专业知识中讲解,点到为止,够用为度,以提高学生的创新能力。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

汽车结构基础与原理 / 唐德修主编. —北京:北京理工大学出版社, 2019.1 (2019.2 重印)

ISBN 978 - 7 - 5682 - 6769 - 4

I. ①汽… II. ①唐… III. ①汽车 - 结构 - 高等学校 - 教材 IV. ①U463

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 034364 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

(010) 82562903 (教材售后服务热线)

(010) 68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 三河市天利华印刷装订有限公司

开 本 / 889 毫米 × 1194 毫米 1/16

印 张 / 23

彩 插 / 6

字 数 / 669 千字

版 次 / 2019 年 1 月第 1 版 2019 年 2 月第 2 次印刷

定 价 / 69.00 元

责任编辑 / 多海鹏

文案编辑 / 多海鹏

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 李 洋

图书出现印装质量问题,请拨打售后服务热线,本社负责调换

C1463
20

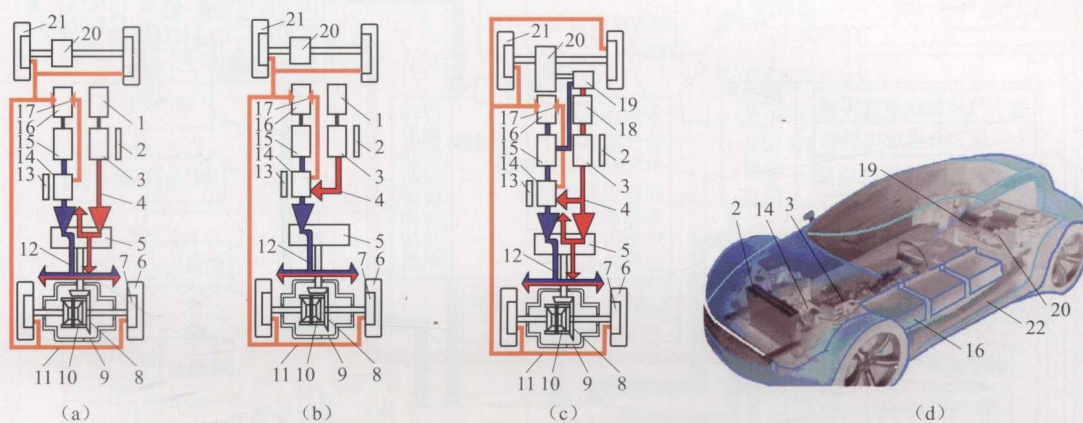


图 2.9 混合动力汽车的车身布置

(a) 两擎两驱并联; (b) 两擎两驱串联; (c) 三擎四驱混联; (d) 混动汽车透视图

1—燃油箱; 2—内燃机散热器; 3—内燃机; 4—内燃机能量传递路线; 5—动力与运动加工器 (自动变速器);

6—主驱动轮; 7—制动能量回收发电机; 8—主减速器; 9—驱动桥壳体; 10—主差速器;

11—制动能量回收内燃机向蓄电池的输送电缆; 12—驱动电动机能量传递路线; 13—主电机 (发电机兼电动机) 散热器;

14—主电机 (发电机兼电动机); 15—电力转换器及电控单元; 16—动力电池组; 17—主电机发电回收电缆;

18—辅助变速器; 19—辅助电机; 20—辅助差速器; 21—辅助驱动轮; 22—底盘

注: 图 2.9 中红色箭头为内燃机动力传递线路, 蓝色为电力动力传统路线, 紫色为能量回收电路图。

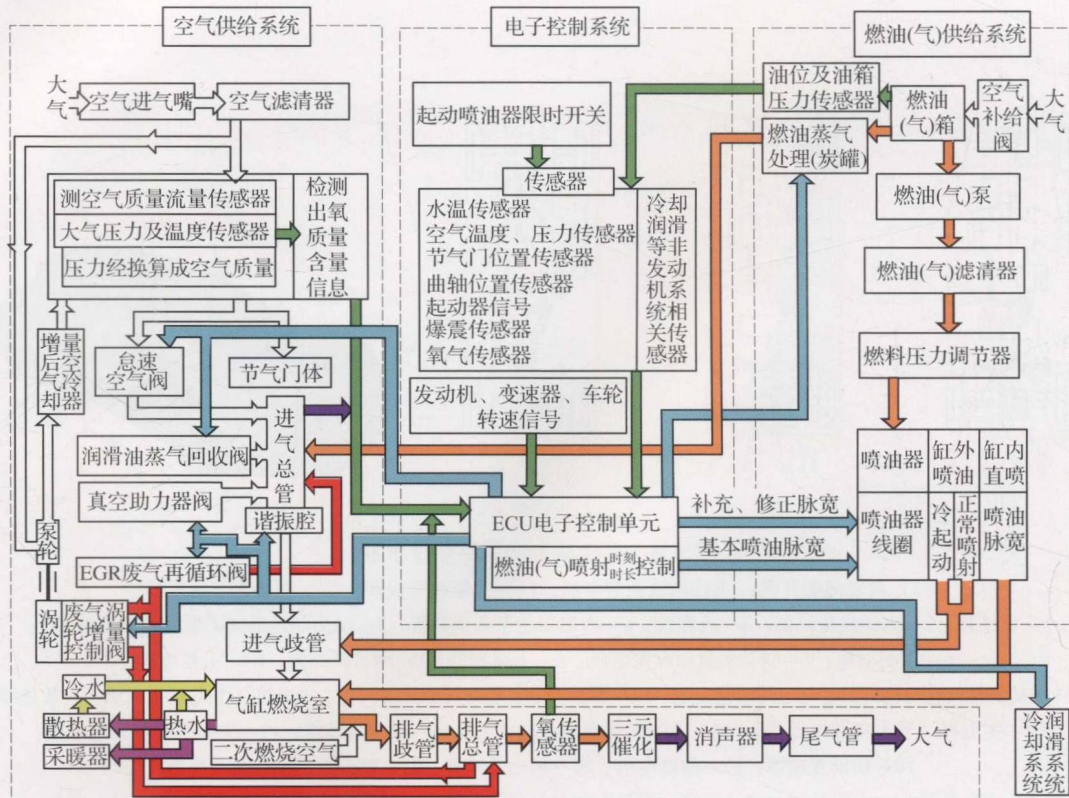


图 3.12 电子喷射（多点喷射）发动机组成及工作原理图
 （单点喷射已淘汰，图中未画出）

注：箭头表示传递方向，白色为空气通道，土黄色为燃料通道，绿色为传感器传向 ECU 的信号通道，蓝色为 ECU 向执行器发出的指令信号通道，暗红色为燃烧后的废气通道，紫色为经三元催化处理后的合格排放气体通道（黑白印刷时可能是灰度不同的灰色）。从图中可以清楚看到六线 9 大执行器（九个蓝色箭头标出），其中最主要的是喷油器，节气门体中有谐振腔及进气通道长度调节装置的执行器等，除这 9 个执行器外，其他还有执行器在图中未一一画出。

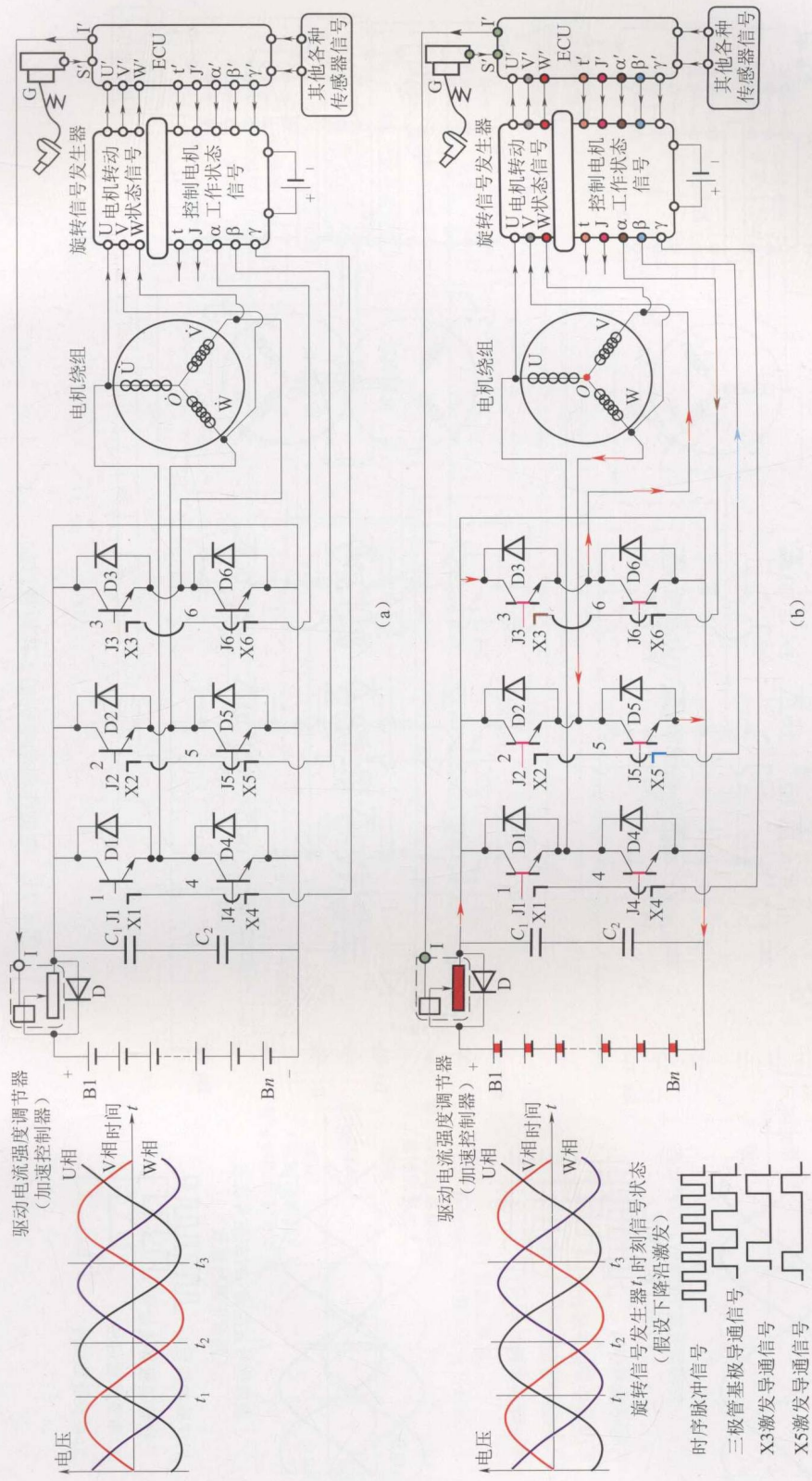


图 4.11 电机作驱动电机的工作原理

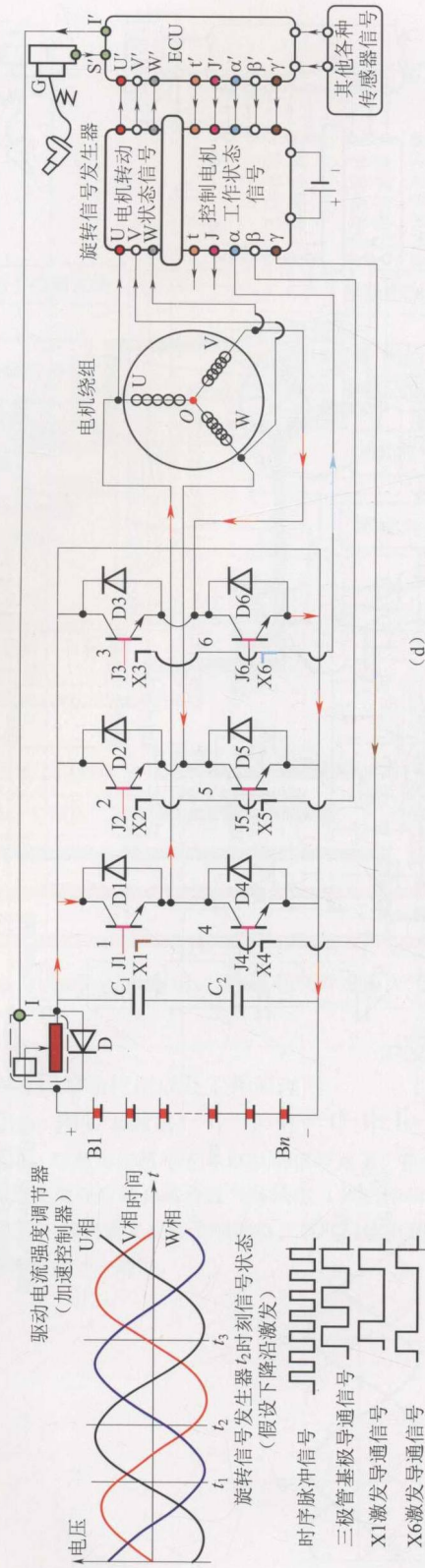
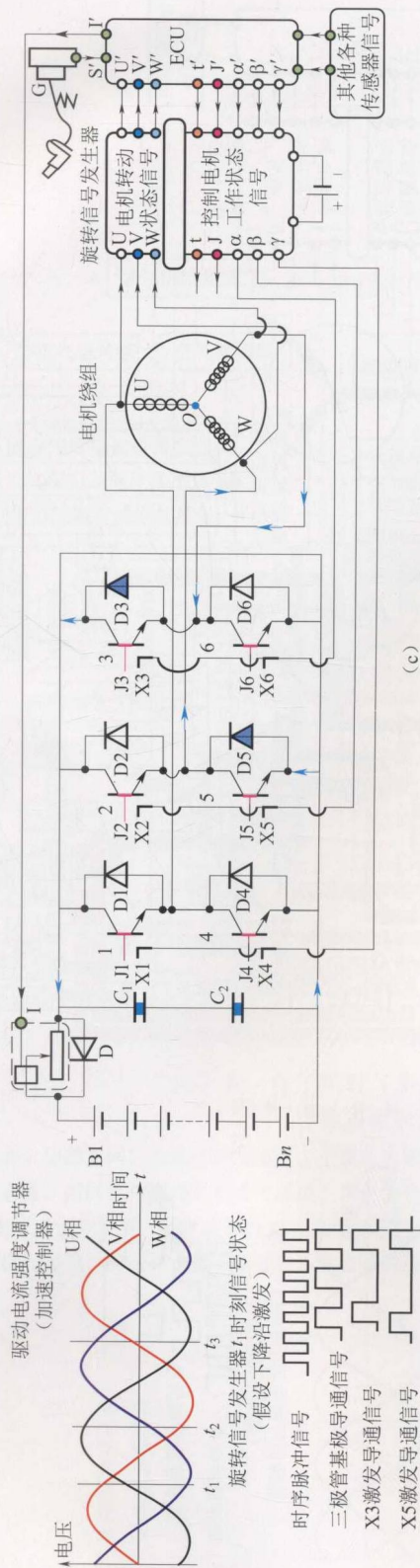


图 4.11 电机作驱动电机的工作原理 (续)

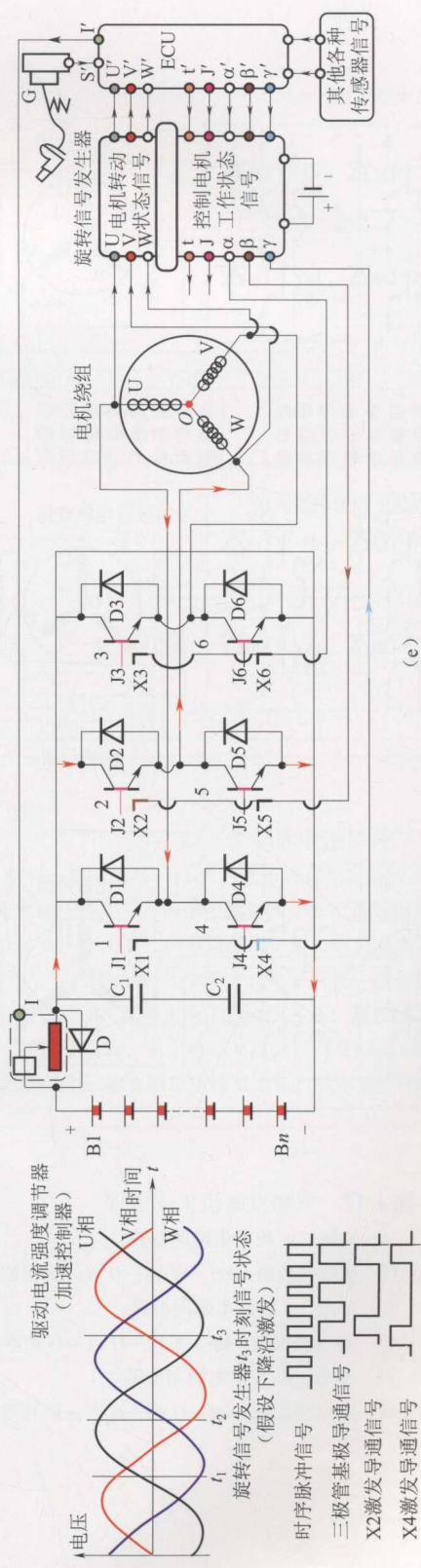


图 4.11 电机作驱动电机的工作原理 (续)

(e)

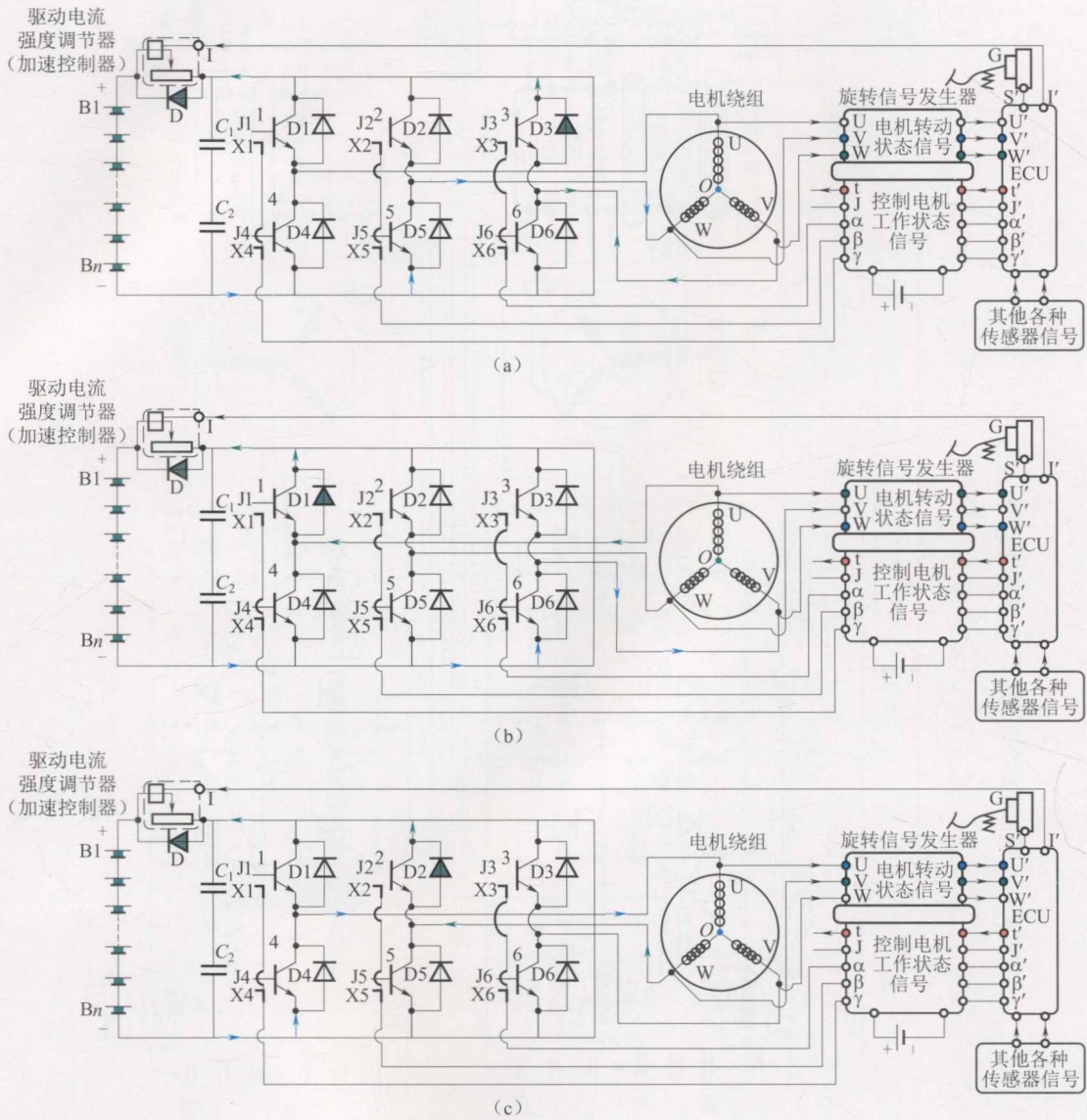


图 4.12 三相发电机工作原理

(a) V 相、W 相发电瞬间电路；

V 相—D3—D—蓄电池正极—蓄电池负极—D5—W 相—O 点—V 相形成充电回路

(b) U 相、V 相发电瞬间电路；

U 相—D1—D—蓄电池正极—蓄电池负极—D6—V 相—O 点—U 相形成充电回路

(c) W 相、U 相发电瞬间电路

W 相—D2—D—蓄电池正极—蓄电池负极—D4—U 相—O 点—W 相形成充电回路

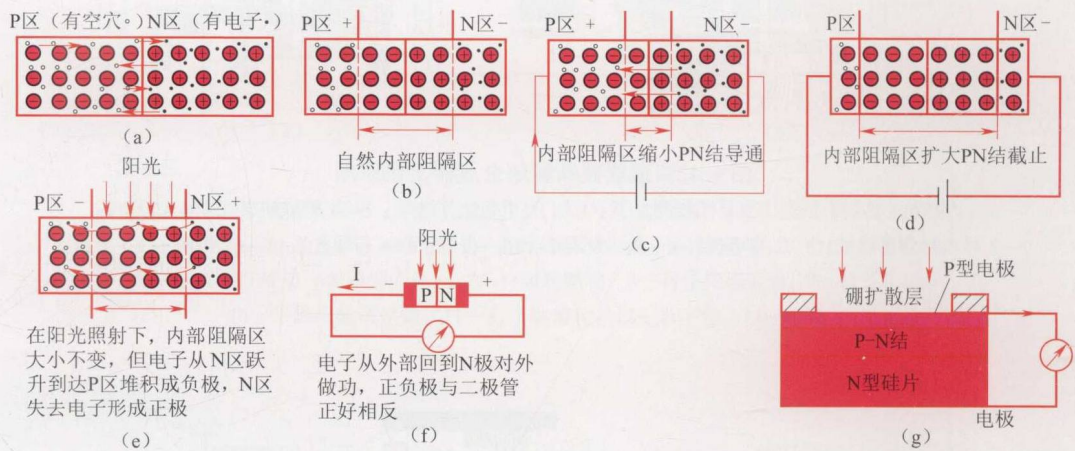


图 4.23 太阳能电池原理

- (a) 原始 PN 材料, 没有电极;
- (b) 内部形成自然阻隔区, PN 结有极性, 无电流;
- (c) 在外部正接电压作用下, 内部阻隔区缩小, 电流可以通过, 称为二极管导通;
- (d) 在外部反接电压作用下, 内部阻隔区扩大, 电流不能通过, 称为二极管截止;
- (e) 在阳光照射下, 内部阻隔区大小不变, 电子从光中获得能量, 经内部穿越阻隔区, 从 N 区跃升到 P 区堆积, 形成负极, N 区失去电子, 形成正极, 其极性与二极管相反, 这是原始太阳能电池;
- (f) 从外部用导线把 P、N 两级接通, 电子将从 P 区经外部导线回到 N 区, 形成电流, 可以对外做功;
- (g) 把若干个原始太阳能电池串并联, 就形成可用的太阳能电池组

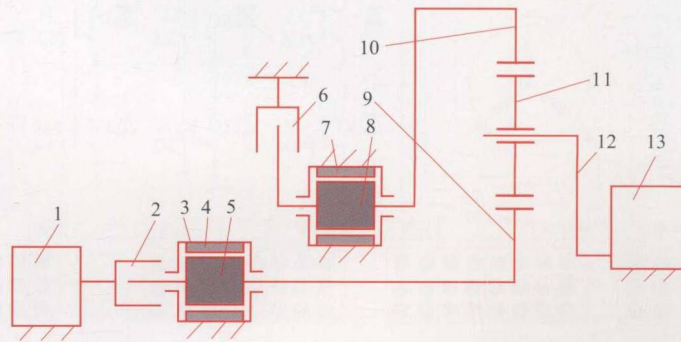


图 4.42 混联混动转矩合成器工作原理

1—内燃机；2—离合器；3—1号电机定子；4—1号电机定子绕组；5—1号电机转子；6—制动器；
7—2号电机定子绕组；8—2号电机转子；9—太阳轮；10—齿圈；11—行星轮；12—行星架；13—变速器

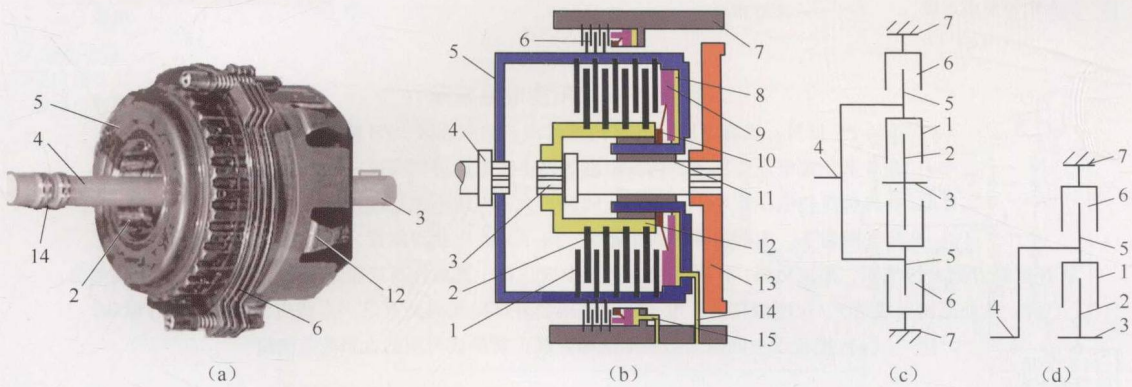


图 5.5 湿式多片双向离合器和制动器

(a) 实物影印图；(b) 结构示意图；(c) 职能符号；(d) 常用的职能符号

1—钢片；2—摩擦片；3—输出轴；4—输入轴；5—钢片毂；6—制动器总成（可以是带式）；7—变速器壳体；
8—控制液压油；9—控制活塞；10—回位弹簧（现在均用膜片式）；11—滑动轴承；12—摩擦片毂；
13—输出法兰盘；14—控制油管 1；15—控制油管 2

注：钢片毂 5 和摩擦片毂 12 只在本图内使用，以后按其功能称呼

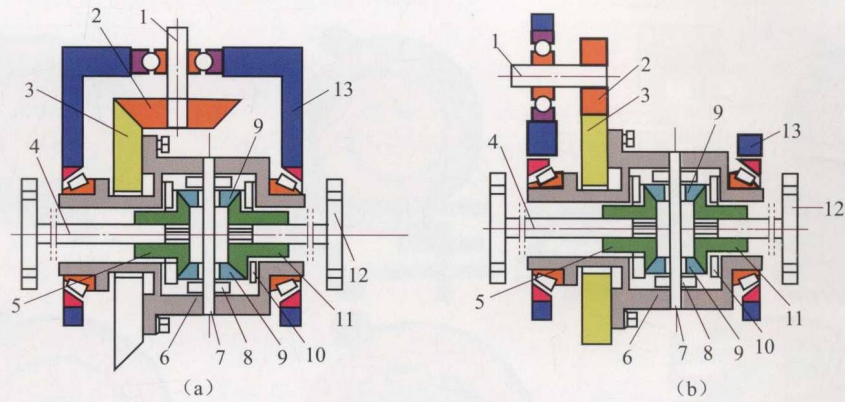


图 5.44 主减速器与差速器

(a) 与发动机纵向布置配套用 (圆锥齿轮副); (b) 与发动机横向布置配套用 (圆柱齿轮副)

- 1—主传动轴; 2—差速器主动齿轮; 3—差速器被动齿轮; 4—左半轴; 5—左半轴齿轮;
6—差速器行星架 (差速器壳体); 7—行星轮销轴; 8—行星轮调整垫; 9—行星轮;
10—半轴齿轮调整垫; 11—右半轴齿轮; 12—右半轴; 13—桥壳

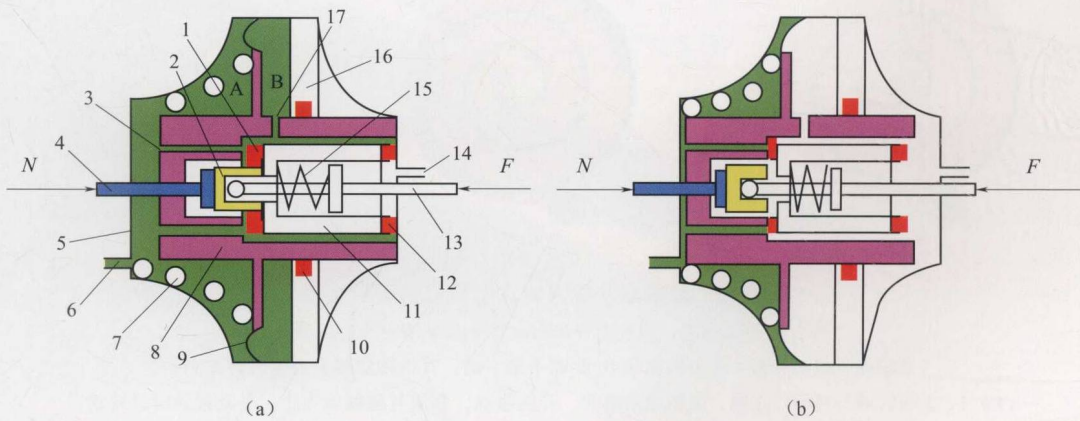


图 6.50 真空助力器工作原理

(a) 放松工况 (两室相通); (b) 制动助力工况 (两室隔开)

- 1—真空口密封圈; 2—小阀; 3—真空口; 4—顶杆; 5—外壳; 6—真空源接口; 7—回位弹簧;
8—助力阀; 9—密封膜片; 10, 12—密封圈; 11—大阀; 13—加力推杆;
14—大气接口; 15—压紧弹簧; 16—底座; 17—助力阀体通气口

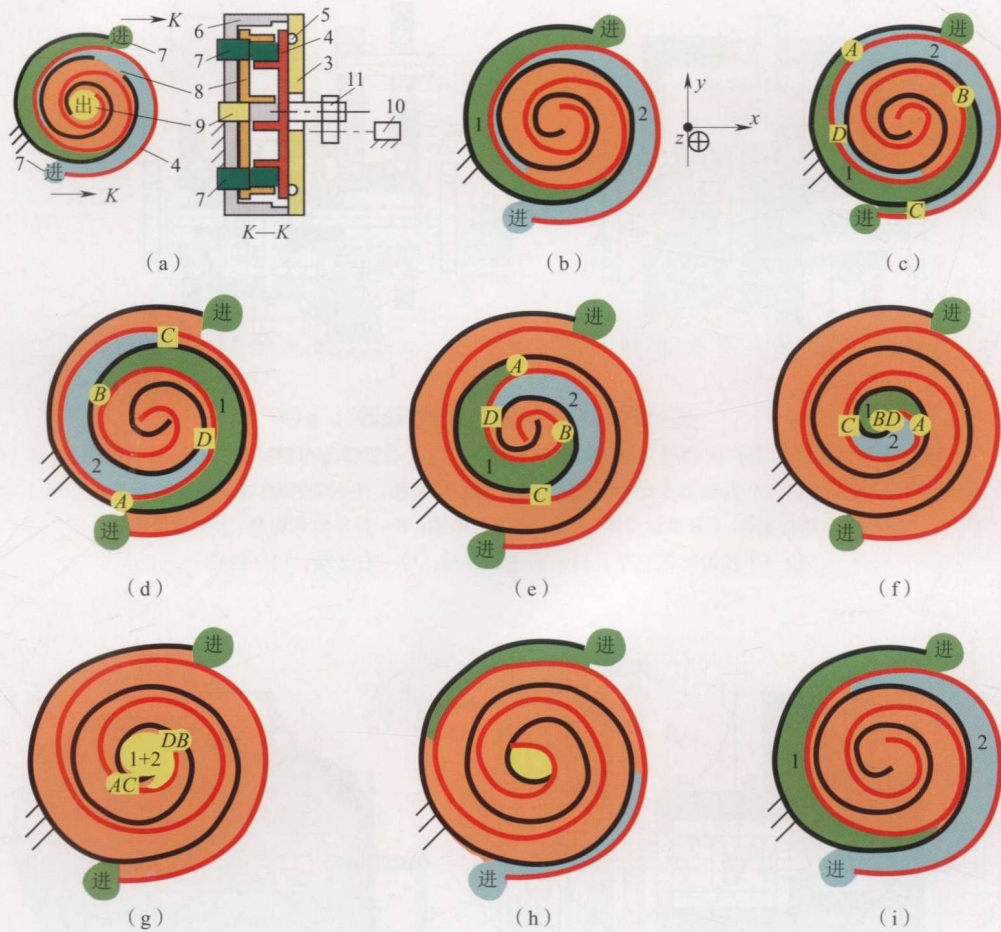


图 7.12 线段渐开线涡旋式压缩机结构示意图

- (a) 结构示意图，固定渐开线涡旋盘 8 与泵体刚性连接静止，平板渐开线涡旋盘 4 在电机驱动 10 驱动下做平动，其中转动部分为逆时针方向；
- (b) 1、2 两区域与进油口接通，面积逐渐增大，开始吸油，直至有接触点为止，平板逆时针转动；
- (c) A、B 两接触点围成 1 密封区，C、D 两接触点围成 2 密封区，开始压缩；
- (d) 两区域面积连续减小，乘以厚度就是体积连续减小，形成压油；
- (e) 继续压缩，压力增高；(f) 两区 B 与 D 点重合，两区域开始汇合；
- (g) A 与 C 点也重合，两区域完全汇合开始压油；
- (h) 两区域压缩快到最小点，压缩即将结束，已开始吸进液体；
- (i) 回到 (b) 图状态，两区域面积有个增大过程，进行下一次循环
- 1—1 号密封区；2—2 号密封区；3—盖板；4—平动渐开线涡旋盘；5—平面轴承；6—泵体；7—进油口；8—固定渐开线涡旋盘；9—出口口；10—驱动电机；11—偏心转动轴
- 注：两圆点是区域 1 的密封点，两方点是区域 2 的密封点，乘以厚度就是密封线。

前 言

Qianyan

本书是一本大胆尝试打破常规编写习惯、以适应新能源汽车专业教学改革要求为目的、介绍汽车结构的创新教材。

本书按行之有效的“沿汽车机械结构知识主线，把机械类专业应掌握的基础知识融入其中”的思路，并加进了新能源和机电一体化方面的内容，以适合新能源汽车专业“两新”（新能源、创新）的发展趋势。

本书分析精简，详细介绍了新能源汽车的新知识，并有机融入专业基础知识。修改的措施是打破传统编写方式，不再承袭“发动机两大机构、五大系统及底盘传动、行驶、转向、制动四个系统”的编写思路，而是按动力系统、行驶系统、操控系统为主线，并行地介绍传统汽车和新能源汽车，故本书的编写是率先垂范做出的创新尝试，希望能引来更多的创新成果，为新能源汽车产业的创新发展提供支持。

本书每个项目后面都安排了实训，目的是让学生通过实物尽快掌握书中所介绍的知识。

目前新能源汽车仅占我国汽车保有量的 0.5%，力争 2020 年让新能源汽车占汽车保有量的 10%，这是一个艰巨的任务。

这样的形势使新能源汽车专业建设必须兼顾新能源汽车与传统燃油汽车两个方面，为学生毕业后相当长一段时间与传统燃油汽车打交道打下了坚实的基础，同时为了帮助学生今后有创新后劲，也不能忽视专业基础知识的传授。在总学时不增加的情况下要教好、学好三方面的知识，并解决好知识不重叠也不遗漏的矛盾，故采用“快速构建知识框架，按需补砌知识细节”的方针，为学生提供“公平而有质量”的教育。这就是本书的编写思路。

本书把汽车分为动力、行驶和操控三大系统，动力系统中有内燃机和电动机两大类，行驶系统的任务简单到仅仅是将动力系统的动力和运动传递到车轮，操控系统的任务就是要汽车听从驾驶指令。这样花 5 min 就为初学者勾勒出了汽车的主线轮廓，以帮助初学者更好地掌握本书的相关知识。新能源汽车与传统汽车最主要的区别在动力系统上。

按就车燃烧与否，可把汽车分为燃料（燃油、燃气及人工生产的有机燃料，如甲醇、乙醇）汽车和电动汽车。就车不燃烧的只有电动汽车，就车燃烧的就是内燃机汽车，内燃机本身是一个繁杂的知识点，本书从节约燃料合理性的角度把它们分为缸内喷射和缸外喷射；从着火方式的角度把它们分为点燃式和压燃式。其他都是可共享的知识，这样划分，内燃机的繁杂性就下降了，有利于学生学习和教师讲授。

内燃机的能量如何传递到车轮是设计者解决的问题，不需要驾驶员考虑，本书将它定为行驶系统；驾驶员要考虑的是能量传递的大小、行驶快慢及转弯、起、停、倒等问题，本书将它们定为操控系统。除此以外就是可以共享的汽车整车基础知识了，如此划分，整车知识也简化了，当然对学与教都是有利的。

从毕业生反馈的情况来看，学生在工厂创业到一定时期感到最缺乏的还是专业基础知识，特别是对那些想创新的毕业生而言，更是强烈感到专业基础知识的重要性，这就给教育者提出了必须坚



持“有质量教育”的要求。本书以简洁的语言介绍了汽车机械类专业基础知识的特色，并把与专业基础知识有关的9门课程（机械制图、理论力学、材料力学、机械原理、机械零件、金属材料及热处理、机械制造基础、公差配合、液压传动）变成知识点向学生作最精简、最基本且最全面的介绍，编者强烈建议使用本书的教师重视这块知识的介绍，让汽车专业知识有“根”，让学生有更广阔的视野和更创新的后劲。

面对学过这部分知识的学生，使用本书的教师可引导他们用此知识去解释汽车结构，力争把结构问题上到适当的理论高度来认识；面对没有学过这部分知识的学生，教师要善于用最精练的语言把基础理论知识落实到汽车结构上，让学生把结构分析与基础理论挂钩，把那些看似孤立的结构分成大类来加以认识，这样就能起到触类旁通、事半功倍的作用。

在这样划分归纳的基础上，本书在传统汽车知识点不遗漏、新能源汽车知识点介绍到位及基础知识有机融入的同时，还能大量减少篇幅。

建议三年制专业将本书安排在第一学期学习，四年制专业将本书安排在第二学期学习，周学时按专业不同可以灵活掌握，一般4~6学时就够了，另外配上专周实训和随堂实验。这样安排是因为本书是四川省2018年省级重点科研课题《创建新能源汽车专业课程新体系》（四川省教育厅2017年12月14日下发的川教函〔2017〕819号文件，《四川省教育厅关于下达2018年度科研计划的通知》，课题编号18SA0244）10本配套教材的第一本，前面安排紧，为后面教学腾出时间，以便进行特色教育。

本书在编写内容上顾及了与其他9本教材的呼应，但又不越俎代庖地替代其他教材，力图与它们形成有机的整体，特别寄以希望的是《汽车电气基础与原理》教材，它主要介绍汽车电器元件，并把电学方面的专业基础知识融入其中，与本书形成大呼应的配合。

本书的编写得到四川希望教育产业集团的大力支持和鼓励，各级领导和同事们为本书的修改提供了方便与条件。二级教授黄海波（西华大学）担任主审，唐德修教授任主编，赵厚程、高晓岚（天府新区信息职业学院）任副主编，李建霞参与了项目一的编写、李烈昭参与了项目二的编写、刘旭参与了项目三的编写、方文（四川交通职业技术学院）参与了项目四的编写、兰冬参与了项目五的编写、杨龙参与了项目六的编写、刘春参与了项目七的编写（未注明者均为四川希望汽车职业学院教师）。

编者主观上想把汽车专业传统知识和新知识一个不丢地融入一本适合当前教学改革形势的教材中，因而创新力度很大，担心不知会顾此失彼地产生多少错误，这项让编者本人都感到害怕的工作现在终于告一段落了，它的客观效果怎样？能否得到企业、学生和使用这本书的教师们认可？这些都只有等待反馈消息了，不管怎样，改革的步子总是要迈出去的，这本书的尝试至少可以起到抛砖引玉、推陈出新的作用，期盼得到广大读者的慷慨赐教，如书中存在疏漏，请指出存在的不足并提出改进建议，以便再版时改进和完善，共同为实现汽车强国的梦想做出教育工作者力所能及的贡献，为汽车专业教育教学改革添砖加瓦。

向多年来支持本书持续改进的朋友们致谢，向为本书做了贡献的人们致谢，向使用本书的教师和学生们致谢，向在互联网上公布自己科研、学术成果的人们致谢，向参考过资料的作者们致谢，特别要感谢四川希望教育产业集团的支持。

编者

第一篇 汽车基础

项目一 认识汽车	3
任务一 汽车的基础常识	3
*任务二 汽车识图常识	12
*任务三 汽车常用的材料	16
项目一配套的实训项目	20
项目一检测要点	20
项目二 能源与汽车	21
任务一 能源	21
任务二 传统汽车布置	28
任务三 汽车车身	30
任务四 新能源汽车的车身	32
任务五 汽车的附属设备	34
*任务六 材料力学是一门美丽而有用的科学	41
项目二配套的实训项目	47
项目二检测要点	47

第二篇 汽车的动力

项目三 纯内燃机汽车的动力系统	51
任务一 认识纯内燃机汽车的动力系统	51
任务二 发动机的构造	63
任务三 发动机的控制	70
*任务四 回转体平衡	108
*任务五 机械速度波动的调节	110
*任务六 理论力学是在材料力学基础上发展起来的一门科学	111
项目三配套的实训项目	116
项目三检测要点	116



项目四 非纯内燃机汽车的动力系统	118
任务一 认识纯电动汽车动力系统	118
任务二 认识纯电动汽车的能量系统	136
任务三 充电设备	150
任务四 混合动力汽车	157
*任务五 纯电动汽车的管理系统	167
*任务六 机械与零件	168
项目四配套的实训项目	178
项目四检测要点	178

第三篇 汽车动力和运动的传递

项目五 汽车行驶系统	181
任务一 认识汽车的行驶系统	181
任务二 前行驶系统	183
任务三 后行驶系统	222
*任务四 认识轴	242
*任务五 量纲分析基础简介	246
项目五配套的实训项目	246
项目五检测要点	246

第四篇 汽车操控

项目六 汽车操控系统	251
任务一 认识汽车的操控系统	251
任务二 汽车的转向操控系统	252
任务三 汽车的制动操控系统	268
*任务四 机械设计概述	299
*任务五 流体传动常识	303
项目六配套的实训项目	305
项目六检测要点	305

第五篇 汽车空调及其他系统

项目七 汽车空调	309
任务一 认识汽车空调系统	309
任务二 汽车空调系统的主要部件	317
*任务三 弹簧	323