

汽车发动机构造 与维修

● 主编 王 敏 程 俊 蒋红波

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

汽车发动机构造与维修

主 编 王 敏 程 俊 蒋红波

副主编 童 亮

参 编 李小伟 杨会锋 张扬帆 何 威

内 容 提 要

本书以基于工作过程和工作活动为目标的行动导向典型工作任务学习方法进行设计,结合实践应用,系统阐述了汽车发动机各部分的构造与故障诊断与排除过程,主要包括概述、曲柄连杆机构、配气机构、冷却系统、润滑系统、汽油机燃料供给系统、柴油机燃料供给系统、发动机修理工艺。本书既可作为高等院校汽车专业教学用书,也可作为汽车维修专业技术人员的培训教材和参考书。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

汽车发动机构造与维修/王敏,程俊,蒋红波主编. —北京:北京理工大学出版社,2018.8

ISBN 978-7-5682-6091-6

I. ①汽… II. ①王…②程…③蒋… III. ①汽车-发动机-构造-高等学校-教材
②汽车-发动机-车辆修理-高等学校-教材 IV. ①U472.43

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第185243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/787毫米×1092毫米 1/16

印 张/18.5

字 数/435千字

版 次/2018年8月第1版 2018年8月第1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

前 言

本书以项目为主体，根据实际要求出发，参照相关的标准，结合学生创新能力的培养和职业道德方面的要求，提出教学目标并组织教学内容。本书以基于工作工程和工作活动为目标的行动导向典型工作任务学习方法进行设计，整个学习领域由八个项目组成。

本书由王敏、程俊、蒋红波任主编，童亮任副主编。参加本书编写工作的还有李小伟、杨会锋、张扬帆、何威等。王青云对本书内容进行了审查。

本书在编写过程中得到了黄石大桥汽车服务有限公司、黄石德众汽车销售服务有限公司、黄石全柴腾达汽车销售服务有限公司、黄石恒信德龙汽车销售服务有限公司的大力支持与帮助，谨此致谢。

由于编者水平有限，书中难免有疏漏错误之处，恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

项目一 概述	1
任务一 汽车发动机概述	2
任务二 汽车分类和组成	5
一、汽车的分类	6
二、汽车的组成	9
任务三 发动机分类和常用术语	11
一、发动机分类	11
二、发动机常用术语	17
任务四 发动机基本构造和工作原理	18
一、基本构造	18
二、发动机的工作原理	21
三、多缸发动机的工作原理	24
任务五 发动机性能指标及标识	25
一、发动机性能指标	26
二、发动机型号	29
任务六 常用工具的使用	31
项目二 曲柄连杆机构	36
任务一 曲柄连杆机构概述	37
一、曲柄连杆机构的功用	37
二、曲柄连杆机构的组成	38
三、曲柄连杆机构的工作条件与受力分析	38
任务二 机体组	39
一、气缸体	39
二、气缸盖与气缸垫	43
三、油底壳	45
任务三 活塞连杆组	46
一、活塞组	46
二、连杆组	53

任务四 曲轴飞轮组	56
一、曲轴	56
二、曲轴扭转减震器	59
三、飞轮	60
任务五 曲柄连杆机构的拆装与典型故障	61
一、曲柄连杆机构的拆装	61
二、曲柄连杆机构常见故障分析	63

项目三 配气机构 71

任务一 配气机构的概述	72
一、配气机构的作用	72
二、配气机构的布置型式	72
三、气门间隙	82
任务二 配气相位	83
一、配气相位的定义	83
二、进气门配气相位	84
三、排气门配气相位	84
四、气门叠开	85
任务三 气门组的主要零件	85
一、气门	86
二、气门导管	89
三、气门座	89
四、气门弹簧	91
任务四 气门传动组的主要零件	92
一、凸轮轴	92
二、挺柱	95
三、推杆	98
四、摇臂组件	98
任务五 配气机构的检查与调整	100
一、配气机构的拆装及检查	100
二、气门座铰销和气门研磨	104
三、气门间隙的调整	107
四、正时皮带更换	109
五、气缸压力的检测	109
任务六 配气机构典型故障	110
一、配气机构常见故障检测	110
二、配气机构常见故障判断	112
三、配气机构常见故障维修	113

项目四 冷却系统	121
任务一 冷却系统的概述	122
一、冷却系统的作用	122
二、冷却系统的类型	122
任务二 冷却系统主要零件的构造	125
一、散热器	125
二、冷却风扇	128
三、水泵	131
四、节温器	131
五、冷却液	133
六、冷却液温度传感器	133
任务三 冷却系统的维护与检修	134
一、更换周期	134
二、冷却系统的检修	137
任务四 冷却系统的典型故障	138
一、冷却系统常见故障种类	138
二、冷却系统故障诊断思路 and 流程	144
三、冷却系统故障维修实例	144
项目五 润滑系统	149
任务一 润滑系统概述	150
一、润滑系统的功用	150
二、润滑系统的润滑方式	150
三、润滑系统的组成及油路	150
四、常用的润滑剂	152
任务二 润滑系统的组成及油路	154
一、机油泵	154
二、机油滤清器	155
任务三 润滑系统常见故障与检修	159
一、机油压力过低	159
二、机油压力过高	161
三、机油消耗过多	161
四、机油变质	162
五、主要零部件的检修	163
项目六 汽油机燃料供给系统	167
任务一 汽油机燃料供给系统概述	168

一、汽油机的可燃混合气	168
二、汽油机工况	169
三、电子燃油喷射控制系统的类别	169
任务二 汽油机供给系统组成及工作过程	172
一、电子控制燃油喷射系统的基本组成	172
二、电子控制燃油喷射系统的工作过程	173
任务三 空气供给系统的主要零部件	174
一、空气滤清器	174
二、空气流量计	176
三、节气门体	178
四、怠速控制阀 (ISC 阀)	180
五、进气总管与进气歧管	180
六、几个重要传感器	181
任务四 排气系统的主要零部件	183
一、排气系统的组成及类型	183
二、排气系统的组成装置	184
三、发动机的排气净化装置	187
任务五 燃油供给系统各部件的工作原理	190
一、电动燃油泵	190
二、燃油滤清器	191
三、燃油压力调节器	191
四、喷油器	192
五、燃油箱及燃油管	192
六、燃油分配总管	193
七、无回油燃油系统	193
任务六 汽油机燃料供给系维护与典型故障	194
一、常见故障现象	194
二、主要检测内容	195
三、燃油系统元件的检查与更换	197

项目七 柴油机燃料供给系统 202

任务一 柴油机燃料供给系统概述	203
一、柴油机燃油系统的组成与作用	203
二、柴油机燃油供给系统的工作原理	205
三、柴油机可燃混合气的形成与燃烧室	205
任务二 柴油机燃油供给系统主要零件与结构	210
一、输油泵	210
二、柱塞式喷油泵	213

三、分配式喷油泵·····	225
四、调速器·····	230
五、喷油器·····	238
任务三 柴油机燃料供给系统维护与检修·····	242
一、发动机起动困难·····	243
二、怠速不稳·····	245
三、柴油机动力不足·····	246
四、发动机运转不稳并伴有敲击声·····	247
五、柴油发动机“游车”·····	248
六、发动机“飞车”·····	249

项目八 发动机修理工艺 ····· 252

任务一 发动机修理工艺概述·····	253
任务二 发动机总成及零件的分解与清洗·····	264
一、汽车及总成的解体·····	264
二、发动机的分解·····	267
三、汽车及零件的清洗·····	268
任务三 发动机检修与装配·····	271
一、汽车零件检验方法的分类·····	271
二、发动机装配前准备工作·····	275
三、发动机内部零件的检查·····	276
任务四 发动机磨合与验收·····	281
一、发动机磨合·····	281
二、发动机验收·····	282
三、发动机走合期内容及规定·····	283

参考文献 ····· 285



项目一

概述

课程情景导入：

假期刚刚结束，在放假前小刘学过了汽车保养和汽车文化等专业基础课。小刘在暑假逛了几次车展，每次逛车展他都向爸爸解释各个汽车品牌的历史以及汽车各部分的名称，连旁边导购的服务员都说他很专业。可有一次爸爸问他发动机是怎么发展而来的，小刘却不知道从哪里说起，所以小刘就带着这个问题回到了学校。各位同学，相信你学过这个项目后就可以帮小刘回答了。

任务一 汽车发动机概述

发动机是汽车的“心脏”。汽车的发展与发动机的进步有着直接的联系。图 1-1 所示为现代汽车的发动机。

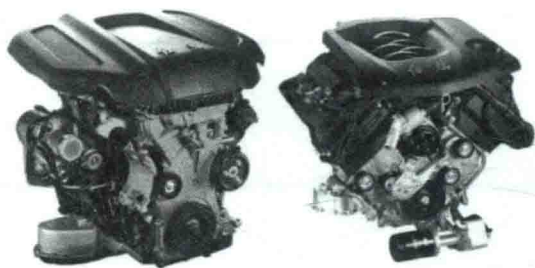


图 1-1 现代汽车的发动机

18 世纪中叶，瓦特发明了蒸汽机，此后人们开始设想把蒸汽机装到车子上载人。法国的居纽（N. J. Cugnot）是第一个将蒸汽机装到车子上的人。1770 年，居纽制作了一辆三轮蒸汽机车，这辆车全长 7.23m，速度为 3.5km/h，是世界上第一辆蒸汽机车。如图 1-2 所示。



图 1-2 早期蒸汽机汽车

1858 年，定居在法国巴黎的里诺发明了煤气发动机，并于 1860 年申请了专利。发动机用煤气和空气的混合气体取代往复式蒸汽机的蒸汽，使用电池和感应线圈产生电火花，用电火花将混合气点燃爆发。这种发动机包括气缸、活塞、连杆和飞轮等。

1867 年，德国人奥托（Nicolaus August Otto）受里诺研制煤气发动机的启发，对煤气发动机进行了大量的研究，制作了一台卧式气压煤气发动机，如图 1-3 所示，后经过改进，于 1878 年在法国举办的国际展览会上展出了他制作的样品。由于该发动机工作效率高，引起了参观者极大的兴趣。在长期的研究过程中，奥托提出了内燃机的四冲程理论，如图 1-4

A black and white photograph of a mechanical device, likely a steam engine component, featuring a large flywheel and a horizontal cylinder, mounted on a base. The device is shown in a museum setting, with a large archway visible in the background. The caption below the image reads "Verdichtungsapparat".

The image contains two technical drawings of a steam engine mechanism. The top drawing is a side view of the cylinder and piston assembly, showing the piston rod, connecting rod, and crankshaft. The bottom drawing is a top view of the crankshaft and connecting rod mechanism, showing the crankshaft, connecting rod, and the piston rod. The drawing is labeled with 'Auslass' (exhaust) and 'Einlass' (inlet) at the bottom left, and 'A' and 'B' at the bottom right.

1892 年,德国工程师狄塞尔根据定压热功循环原理,研制出压燃式柴油机(见图 1-5),并取得了制造这种发动机的专利权。后来,人们根据狄塞尔的样机发明了现代柴油机,如图 1-6 所示。

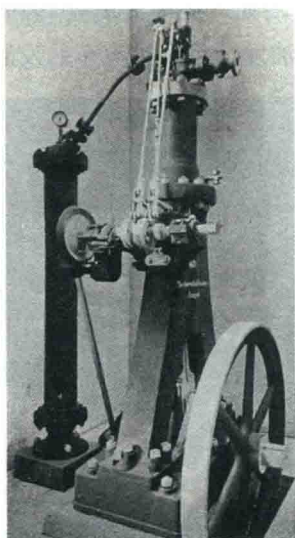


图 1-5 狄塞尔于 1893 年第一次实验时所用的样机

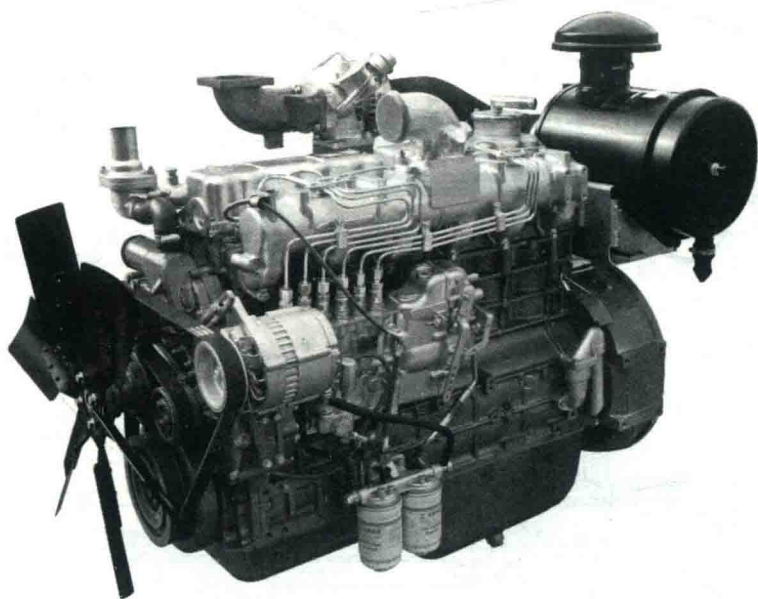


图 1-6 现代柴油机

小故事：往复式活塞发动机在第一次世界大战和第二次世界大战中大放异彩——星型发动机。在喷气发动机出现之前，活塞式飞机发动机大多采用星型设计，因其曲轴短，结构紧凑，占用飞机空间小而被舰载机广泛使用，如图 1-7 所示，当时其余发动机则采用 V 型或直列设计。因为星型发动机最大转速较低，所以不需要减速齿轮就可以驱动螺旋桨，但是为了满足风冷需求，整个发动机前部都裸露出来，造成的飞机风阻比较大，所以对于速度要求较低的运输机广泛采用，如图 1-8 所示。



图 1-7 星型发动机示意图



图 1-8 BMW 132 星型发动机应用在汉莎订购的 Ju52 飞机上

1957 年，德国人汪克尔发明了转子活塞发动机，这是汽油发动机发展的一个重要分支。转子发动机的特点是利用内转子圆外旋轮线和外转子圆内旋轮线相结合的机构，无曲轴连杆和配气机构，可将三角活塞运动直接转换为旋转运动。它的零件数比往复式活塞式汽油少 40%，质量轻、体积小、转速高、功率大。1958 年，汪克尔将外转子改为固定转子为行星运动，制成功率率为 22.79kW、转速为 5 500r/min 的新型旋转活塞发动机。该发动机具有重要的开发价值，因而引起各国的重视。后来日本东洋公司（马自达公司）买下了转子发动机的样机，将转子发动机装在汽车上并量产。转子发动机体积小、质量轻，方便布置，如图 1-9 所示。

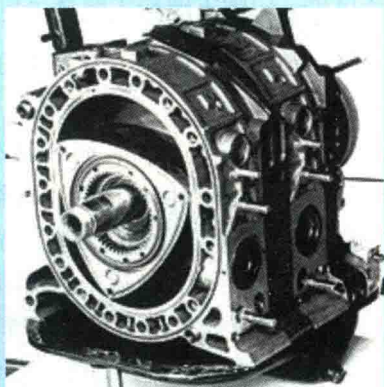


图 1-9 转子发动机

任务二 汽车分类和组成

学习目标

- (1) 汽车按传统习惯分为哪几类。
- (2) 高、中、低档汽车如何分类。
- (3) 汽车由哪几个部分组成。

相关知识

我国国家最新标准《汽车和挂车类型的术语和定义》（GB/T 3730.1—2001）中对汽车

有如下定义：由动力驱动，具有4个或4个以上车轮的非轨道承载的车辆，主要用于：载运人员和（或）货物；牵引载运人员和（或）货物的车辆。

一、汽车的分类

1. 国内分类原则

按照中国大陆标准划分为：微型轿车（排量为1L以下）、普通级轿车（排量为1.0~1.6L）、中级轿车（排量为1.6~2.5L）、中高级轿车（排量为2.5~4.0L）和高级轿车（排量为4L以上）。

过去我国是以发动机排量来衡量轿车的等级，由此分为微型轿车、普通轿车、中级轿车、中高级轿车和高级轿车几类。在某些时候的通俗分类法是以价格为主、技术规格为辅。将20万元以上的轿车视为中高级轿车；15万~20万元为中级轿车；10万元左右或10万~15万元为普通级轿车；10万元以下为微型轿车或经济型轿车。

2. 国外分类原则

1) 德国 A、B、C、D 轿车分级标准

按照德国的汽车分级标准，A级（包括A0、A00）车是指小型轿车；B级车是中档轿车；C级车是高档轿车；而D级车则指的是豪华轿车。其等级划分主要依据轴距、排量和重量等参数，字母顺序越靠后，该级别车的轴距越长，排量和重量越大，轿车的豪华程度也不断提高。资料显示，A00级轿车的轴距应在2.1~2.4m，发动机排量小于1L，例如奥拓就属于A00级轿车；A0级轿车的轴距为2.4~2.55m，排量为1~1.3L，比较典型的是两厢比亚迪F0、长安奔奔、铃木奥拓轿车；一般所说的A级车，其轴距范围在2.4~2.6m，排量在1.3~1.6L，一汽大众的捷达、上海大众的POLO、本田飞度、丰田致炫等都算得上是A级车当中的明星；B级中档轿车轴距在2.6~2.8m，排量为1.6~2.4L，在某些时候，B级车市场逐渐成为国内汽车企业拼杀的主战场，日系中的凯美瑞、天籁、雅阁、德系的帕萨特和迈腾、美系的别克君威、福特蒙迪欧、吉利博瑞和荣威950等众多车型均属于B级车的阵营；C级高档轿车的轴距在2.8~3.0m，发动机排量为2.3~3.0L；D级豪华轿车大多外形气派，车内空间极为宽敞，发动机动力也非常强劲，其轴距一般均大于3m，排量基本都在3.0L以上，在某些时候我们常见的D级车有宝马7系（见图1-10）、奔驰S系列（见图1-11）和奥迪A8。



图 1-10 新款宝马 7 系—D 级



图 1-11 新款奔驰 S 级—D 级

当然，随着车型的增加以及价格、款式、配置的选择越来越多样化，A级、B级和C级车的边缘化也会越来越多。例如，有些车型或许轴距属于A级车范围，而排量与价格却与B

级车相差无几。因此,轿车分级不应过于僵化死板,需灵活处理。

2) 美国汽车分类

对于美系分类标准,可从通用汽车公司的分类中略见一斑。通用公司一般将轿车分为6级,它是综合考虑了车型尺寸、排量、装备和售价之后得出的分类。它的 Mini 级别相当于我国的微型轿车;我国的普通型轿车在通用的分类中可找到2个级别,即 Small 和 LowMed;各家只对中级轿车的分类标准比较一致,即中级轿车 Interm (B级);中高级轿车即 Upp-med,在我国相当于近几年涌现最多、销售最畅的奥迪、别克和雅阁等新型车;高级轿车相对应的是 Large/Lux 级别。

按照功能性划分:房车、旅行/轿车、轿跑车、跑车和敞篷车等车型。按照车型布置划分:四门五座、五门掀背、双门双座和双门五座软顶等。

3. 根据轿车结构的分类

(1) 普通轿车:车身为封闭式,侧窗中柱可有可无,车顶为固定式、刚性结构,有的车顶可部分开启;座位至少有两排座,有四个或四个以上座位;有两个或四个侧门,也可有一个后门;有四个车窗(侧窗)。

(2) 高级轿车:车身为封闭式,前后排座之间可设有隔板;车顶为固定式、刚性结构,有的车顶可部分开启;至少有两排座,有四个或四个以上座位,在后排座的前面可安装折叠式座椅;有四个或六个侧门,也可有一个后门;有四个或四个以上侧窗。

(3) 旅行轿车,如图1-12所示:车身为封闭式,车身后部形状按提供较大的内部空间设计;车顶为固定式、刚性结构,有的车顶部分开启;至少有两排座,有四个或四个以上座位,一排或多排座椅,可拆除或装有向前折叠的靠背,以提供装货平台;有两个或四个侧门和一个后门;有四个或四个以上的侧窗。



图1-12 帕萨特旅行版

(4) 活顶轿车,如图1-13所示:车身侧围框架为固定式、刚性结构;车顶为篷布或金属硬顶,能够折叠或移动;至少有一排座,有两个以上座位;有两个或四个侧门;有两个或两个以上侧窗。



图1-13 捷豹新款敞篷车

4. 新能源汽车分类原则

新能源汽车一般来说是指采用非常规的车用燃料（汽油、柴油）作为动力来源，或是使用常规的车用燃料而采用新型车载动力装置的汽车。

新能源汽车覆盖的范围很广，电动汽车、氢能源动力汽车、太阳能汽车、替代能源（天然气、乙醇等）汽车等都可以看作是新能源汽车。

现在谈到新能源汽车，很多时候大家所指的都是电动车，甚至有的干脆将新能源汽车与电动汽车画等号。

电动汽车再往下分可分为纯电动汽车（Electric Vehicle，EV），以特斯拉为代表，如图 1-14 所示；混合动力汽车（Hybrid Electric Vehicle，HEV），以卡罗拉双擎为代表，如图 1-15 所示；还有燃料电池汽车，以丰田氢燃料电池汽车为代表，如图 1-16 所示。



图 1-14 特斯拉轿车 MODEL-X



图 1-15 卡罗拉双擎



图 1-16 丰田氢能源的 Mirai（中文释义：未来）

而混合动力汽车，大家一般都愿意将它看作是过渡时期的东西，因为纯电动汽车是未来方向之一，但是目前技术上尤其是电池技术上一直没有革命性的突破，所以混合动力有一个过渡时期的空间。

麦肯锡的电动汽车报告对汽车动力进行了总结，可以视为目前市场上主要的新能源汽车种类汇总，如表 1-1 所示。