



21 世纪中等职业教育示范类学校规划系列教材

汽车发动机 构造与维修

主 编 夏迎喜

参 编 姚学军 宋万贵 陈义明 王继雄

QICHE FADONGJI
GOUZAO YU WEIXIU



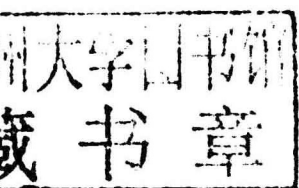
北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

21 世纪中等职业教育示范类学校规划系列教材

汽车发动机构造与维修

主 编 夏迎喜

参 编 姚学军 宋万贵 陈义明 王继雄



北京邮电大学出版社
[www. buptpress. com](http://www.buptpress.com)

内 容 简 介

本书采用项目教学法,每一项目又都分成几个任务,学生通过完成每一个任务而掌握知识。课本中配有大量的、丰富的图片,有针对性的习题练习,学生通过任务的学习来完成相应的习题,课堂上完成作业,实践中得到巩固。

本书特点

在内容组织上本着充分调动学生的学习兴趣、提高学生分析问题和解决问题能力的精神,由浅入深,循序渐进。前面两个项目主要以发动机机械检测、维修为主。通过学生测量实习,掌握发动机曲柄连杆机构和配气机构的机械故障,并加以维修,提高了学生学习的积极性。

本书配有针对性强的实习指导书,通过学生在发动机台架上的实习,提高了学生学习兴趣,锻炼了学生技能,提高维修水平。针对各项目内容给出了实习任务和工作页,当天问题当天解决。

图书在版编目(CIP)数据

汽车发动机构造与维修 / 夏迎喜主编. — 北京:北京邮电大学出版社,2014.8

ISBN 978-7-5635-3978-9

I. ①汽… II. ①夏… III. ①汽车—发动机—构造②汽车—发动机—车辆修理 IV. ①U472.43

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 108477 号

书 名: 汽车发动机构造与维修

著作责任者: 夏迎喜 主编

责任编辑: 满志文

出版发行: 北京邮电大学出版社

社 址: 北京市海淀区西土城路 10 号(邮编:100876)

发行部: 电话: 010-62282185 传真: 010-62283578

E-mail: publish@bupt.edu.cn

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京鑫丰华彩印有限公司

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16

印 张: 10.5

字 数: 261 千字

版 次: 2014 年 8 月第 1 版 2014 年 8 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5635-3978-9

定 价: 24.00 元

• 如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社发行部联系 •

教材编审委员会名单

主 任 张银翔

副主任 （排名不分先后）

张瑞峰 马桂珍 董怀军 文 渊

委 员 （排名不分先后）

张闻天 李 斌 林永宪 何 忠

南天民 高怀胜 杨慧洁 汪双顶

姚 远 陈义明 王继雄 陈志坚

李和平 王晓华 张德平

前 言

我国汽车工业的飞速发展,使轿车成为国内汽车大家庭的主体。现已普及到老百姓的家庭,国外进口高档轿车的大量涌入、国内大量新型轿车的问世。使汽车维修变得越来越复杂,从发动机的机械故障,到发动机的电路、电脑、防盗等方面,使汽车维修难度越大,人才缺乏和素质的偏低是汽车维修业的现实。本书就是从发动机构造、机械维修、电路检测等方面深入浅出,主次分明地介绍了汽车发动机的理论与维修、维护。主要以发动机的两大机构、五大系统为主线,分别从机械测量、故障诊断、故障排除等方面进行讲解,是汽车维修初学者的良师益友。

发动机好比汽车的心脏,发动机的好会直接影响着汽车的动力性、经济性和使用性,对于发动机维修,我们不仅要会判断故障部位,而且要会装配和维修。现代汽车工业的发展和汽车电子的使用,使汽车发动机故障复杂化,不仅有机械故障,还有电子故障。曲柄连杆机构部分主要从工作原理、故障现象、机械测量,并配套了实习指导和工作页;配气机构主要从理论到实践,从故障现象到故障排除,全面系统地介绍了出现问题时的现象、故障分析、故障排除。在五大机构中,加入了汽车电路方面的知识,从电路原理到故障现象,从实践到故障排除,每一个故障都具有代表性。

经过多年的教学实践,我们编写了这套书。该书增强了学生动手的能力,提高了学生学习的积极性和主动性。再配合工作页,使学生能当堂掌握所学的内容。通过实习指导,突出重点、难点,学生既动手操作,又在操作中强化了理论。学生学得愉快,教师也教的轻松。

本书注重系统性、实用性和操作性,可作为中职学校的汽修专业的教材,同时适合具有一定维修经验的修理工使用。

本书由夏迎喜主编,参与本书编写的还有姚学军、宋万贵、陈义明、王继雄,全书由夏迎喜统稿。

由于水平有限,希望广大读者提出宝贵意见,以促进以后的改进!

作者 夏迎喜

目 录

导论	1
一、目的和要求	1
二、学习方法	1
项目一 发动机的分类及编号	2
任务一 发动机的分类	2
一、发动机	2
二、热力发动机	3
三、往复活塞式内燃机分类	3
四、发动机工作原理	4
任务二 发动机的主要性能指标及编号规则	6
一、发动机的总体构造	6
二、主要性能指标	6
三、发动机型号编制举例	6
项目二 曲柄连杆机构的构造与维修	7
任务一 活塞连杆机构的构造和工作原理	7
一、概述	8
二、机体组	8
三、活塞连杆组	9
任务二 曲轴飞轮组的构造和工作原理	15
曲轴飞轮组的组成	16
任务三 曲柄连杆机构的检测	18
一、千分尺使用说明	18
二、气缸体的修理	20
三、气缸的测量	20
四、连杆的检测(图 2-3-16)(实习课)	23
五、曲轴弯曲的检验(实习课)	23
六、飞轮的检验(实习课)	23
任务四 气缸测量和活塞的选配	24

一、机体组的构造与检修	24
二、活塞连杆组的构造与检修	28
任务五 曲轴飞轮组的检修	33
曲轴飞轮组的构造与检修	33
任务六 曲柄连杆机构的故障诊断与排除	37
一、主轴瓦响	38
二、连杆轴瓦响	38
三、活塞敲缸响	39
四、活塞销响	39
五、曲轴箱窜气量和气缸漏气率的检测	40
项目三 配气机构的构造与维修	42
任务一 配气机构的构造与工作原理	42
一、配气机构的类型、构造	43
二、气门间隙的调整	45
三、气门间隙过大和过小的危害	46
四、配气相位	46
五、配气机构的零件和组件	48
任务二 配气机构的维修	52
一、配气机构的拆装要点	52
二、进、排气门和一缸压缩行程上止点确认	53
三、气门组零件的检修	54
四、气门传动组零件的检修	55
任务三 配气机构常见故障诊断与排除	56
一、气缸压缩压力不足的原因及影响	56
二、气缸压缩压力的检测	57
三、进气管真空度的检测	57
四、气门响的诊断方法	58
五、配气故障实例	58
项目四 发动机冷却系的构造与维修	63
任务一 发动机冷却系的构造和工作原理	63
一、冷却系的作用	64
二、冷却系的组成及水路	64
三、水冷系主要部件	64
任务二 发动机水冷系的维修	68
一、水泵的检修	69

二、散热器的维修	69
三、节温器的检查	70
四、散热器盖阀门密封性的检查	70
五、冷却系常见故障	70
六、冷却系统的维护	72
七、冷却系主要部件的拆装	73
八、帕萨特轿车冷却系统泄漏的检查	74
项目五 发动机润滑系的构造与维修	76
任务一 发动机润滑系的构造和工作原理	76
一、润滑系的作用	76
二、润滑方式	77
三、润滑系主要部件	78
四、润滑油的品牌及选择	84
任务二 发动机润滑系的维修	85
一、润滑系的维护	85
二、机油泵的修理	85
三、机油滤清器的修理	90
四、机油的检查和更换	90
任务三 发动机润滑系的常见故障诊断与排除	91
一、机油压力表及其传感器和报警电路的故障及检测	92
二、柴油机机油压力过低	92
三、机油压力过高	96
四、机油消耗过多	98
项目六 汽油机电子控制燃油喷射系统的构造与维修	99
任务一 汽油机燃油系统的构造和工作原理	99
一、燃油供给系的组成及功用	100
二、可燃混合气成分对发动机工作的影响	100
三、燃油供给系各部件的构造和原理	101
四、喷油器	106
五、冷起动喷嘴	108
六、燃油分配管	108
七、油压脉冲衰减器	109
任务二 汽油机燃油系的维修	111
一、汽油泵的维修	112
二、汽油滤清器的维护	112

三、空气滤清器的维护	112
四、排气净化装置的维修	112
五、以桑塔纳 2000 和捷达 5 气门电喷发动机为例介绍电喷系统的检修内容	112
项目七 电控汽油机进气系统的基本知识	117
任务一 汽油机电子控制进气系统的构造和工作原理	117
一、空气滤清器	118
二、进气导流管及进气歧管	118
三、进气谐振增压	118
四、电喷汽油机进气系统传感器	119
任务二 电喷汽油机燃油系统故障综合诊断	122
一、燃油系统各部件工作不正常时对发动机的影响	123
二、进气系统各部件工作失效的原因分析	123
三、燃油系统故障的检查与诊断	123
项目八 柴油机燃油系统的构造与维修	125
任务一 柴油机燃油系统的构造和工作原理	125
一、柴油机燃料供给系的功用及组成	126
二、可燃混合气的形成与燃烧室	126
三、喷油器	127
四、喷油泵	128
五、调速器	130
六、柴油机燃料系的辅助装置	131
七、柴油机起动辅助装置	133
任务二 柴油机燃油系统的维修	134
一、喷油泵的解体和装配	134
二、输油泵的检修	135
三、柴油机燃料系的维护	135
任务三 柴油机燃油系统的常见故障诊断与排除	136
一、柴油发动机起动困难	136
二、柴油机工作粗暴	138
项目九 排气系统及排污净化装置	139
任务一 排气系统	139
一、单排气系统和双排气系统	140
二、排气消声器	140
三、氧传感器	140

四、三元催化转换器	143
任务二 进气增压装置、排气净化装置	143
一、涡轮增压概述	143
二、催化转换器	144
三、排气再循环(EGR)装置	144
四、强制式曲轴箱通风装置	144
五、汽油蒸发污染电控装置	144
六、干式纸质空气滤清器的维护	144
七、排污净化装置的维修	145
项目十 发动机的装配、调整与磨合	146
一、发动机装配的基本要求	146
二、发动机的装配工艺与调整	147
三、发动机的磨合	148
四、发动机总成修理竣工技术条件	148
参考文献	149
附图	150



导 论

本课程学习目的、要求及学习方法的介绍。

一、目的和要求

1. 本课程教学目的

发动机构造与维修导论讨论汽车的总体构造和一般维修工具及设备、生产安全和简单的维修理论知识。

汽车发动机构造与维修,讨论汽车用发动机(主要是内燃机)的工作原理、构造与维修方法(不包括故障诊断与排除)。

2. 对本课程的学习要求

- (1) 掌握汽车发动机的基本工作原理、构造及维修方法。
- (2) 掌握车用发动机的主要参数的检查、调整方法和维护使用技能。
- (3) 为后继专业课程和在今后从事汽车维修工作打下基础。

二、学习方法

认真听课,认真做好实验和实习,积极参与有关汽车新技术新车型的学习活动,将书本上的理论知识与实物结合起来学习。学会看参考书,学会查询资料,学会利用网络。学会预习和复习。

项目一

发动机的分类及编号

学习目标

- (1) 能正确描述发动机的基本结构、作用和发动机的常用术语定义。
- (2) 能简单叙述发动机基本工作原理。
- (3) 能够正确描述发动机的总体构造。

知识目标

- (1) 掌握汽车的类型及分类方法。
- (2) 掌握汽车的总体构造。
- (3) 了解汽车的行驶原理。

任务一 发动机的分类

学习目标

- (1) 发动机的类型。
- (2) 发动机的基本术语。

能力目标

- (1) 在发动机上能找到上止点、下止点,活塞行程。
- (2) 四冲程的工作原理。

一、发动机

将某一种形式的能量(热能、电能、化学能、太阳能等)转变成机械能的机器。

二、热力发动机

将热能转变成机械能的发动机。

1. 外燃机

燃料在机器外部燃烧,产生的热能输入到机器内部并转变成机械能输出的热力发动机。如蒸汽机。

2. 内燃机

液体或气体燃料和空气混合后直接输入机器内部燃烧而产生热能,然后再将热能转变成机械能输出的热力发动机。如活塞式内燃机、燃气轮机(按热能转变成机械能的主要构件分)。

三、往复式活塞式内燃机分类

1. 按所用的燃料分

- (1) 液体燃料发动机、汽油机、柴油机。
- (2) 气体燃料发动机:压缩天然气发动机、液化石油气发动机。

2. 按发火方式分

- (1) 点燃式发动机。
- (2) 压燃式发动机。

3. 按工作循环的冲程数分

- (1) 四冲程发动机。
- (2) 二冲程发动机。

4. 按冷却方式分

- (1) 水冷发动机。
- (2) 风冷发动机。

5. 按进气方式分

- (1) 自然吸气式发动机。
- (2) 强制吸气式(增压式发动机)。

6. 按气缸数分

- (1) 单缸发动机。
- (2) 多缸发动机。

7. 按气缸排列方式分

- (1) 单列发动机:直立式发动机(图 1-1-1)、平卧式发动机。
- (2) 双列发动机:V 型发动机(图 1-1-2)、水平对置式发动机。

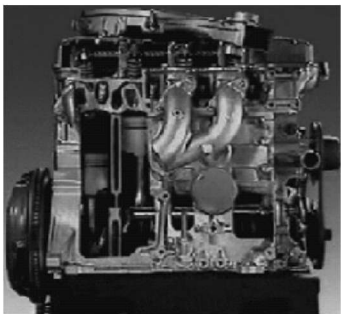


图 1-1-1 直立式发动机

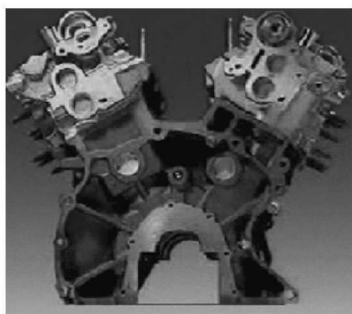


图 1-1-2 V 形发动机

四、发动机工作原理

发动机的工作过程是周期性地将燃料燃烧的热能转变为机械能的过程。

经过进气、压缩、做功、排气,每进行一次称为一个工作循环。

曲轴旋转两周,活塞往复运动四次完成一个工作循环,称为四冲程发动机。

曲轴旋转一周,活塞往复运动二次完成一个工作循环,称为二冲程发动机。

1. 发动机基本术语

(1) 上止点

活塞离曲轴回转中心最远处,一般指活塞上行到最高位置,一般用英文缩写词 TDC 表示。

(2) 下止点

活塞离曲轴回转中心最近处,一般指活塞下行到最低位置,一般用英文缩写词 BDC 表示。

(3) 活塞行程(S)

上、下止点间的距离。

(4) 曲柄半径(R)

与连杆下端(即连杆大头)相连的曲柄销中心到曲轴回转中心的距离(mm)。

显然, $S=2R$ 。曲轴每转一周,活塞移动两个行程。

(5) 气缸工作容积(V_h)

活塞从上止点到下止点所让出的空间容积(L)。

$$V_h = \pi D^2 s / 4 \times 10^6$$

式中, D ——气缸直径,mm。

(6) 燃烧室容积(V_c)

活塞在上止点时,活塞上方的空间称为燃烧室,它的容积称为燃烧室容积(L)。

(7) 发动机排量(V_L):

发动机所有气缸工作容积之和(L)。设发动机的气缸数为*i*,则

$$V_L = V_h i$$

(8) 气缸总容积(V_a)

活塞在下止点时,活塞上方的容积称为气缸总容积(L)。它等于气缸工作容积与燃烧室容积之和,即

$$V_a = V_h + V_c$$

(9) 压缩比(ϵ)

气缸总容积与燃烧室容积的比值,即

$$\epsilon = V_a / V_c = 1 + V_h / V_c$$

2. 四冲程汽油机工作原理

(1) 进气行程

活塞由曲轴带动从上止点向下止点运动。进气门打开,排气门关闭。活塞上腔容积增大,在真空吸力的作用下,经过滤清的空气与汽油形成混合气,经进气门被吸入气缸,至活塞运动到下止点时,进气门关闭,停止进气,进气行程结束。曲轴带动活塞从上止点向下止点

运动,进气门开启,排气门关闭,气缸内活塞上腔容积逐渐增大,形成真空度,在真空吸力作用下,新鲜空气被吸入气缸。

(2) 压缩行程

活塞在曲轴的带动下,从下止点向上止点运动。进、排气门均关闭,活塞上腔容积不断减小,混合气被压缩,至活塞到达上止点时,压缩行程结束。气体压力和温度同时升高,混合气进一步混合,形成可燃混合气。曲轴带动活塞从上止点向下止点运动,进气门开启,排气门关闭,气缸内活塞上腔容积逐渐减小,空气被压缩,压力、温度升高。此时,气缸内压力为 $600\sim 1\,500\text{ kPa}$,温度 $600\sim 800\text{ K}$,远高于汽油的点燃温度,很容易点燃。

(3) 作功行程

压缩行程末,喷油泵将高压柴油经喷油器喷入气缸内的高压空气中,迅速汽化并与空气形成可燃混合气,火花塞产生电火花,点燃气缸内的可燃混合气,并迅速着火燃烧,气体产生高温、高压,推动活塞由上止点向下止点运动,柴油自行着火燃烧,气缸内压力、温度急剧升高,推动活塞由上止点向下止点运动,再通过连杆驱动曲轴旋转向外输出作功。

(4) 排气行程

在作功行程终了时,排气门被打开,活塞在曲轴的带动下由下止点向上止点运动。废气在自身的剩余压力和活塞的驱赶作用下,自排气门排出气缸,至活塞运动到上止点时,排气门关闭,排气行程结束。

发动机工作的条件如下:

① 发动机自行运转之前需要外力完成进气和压缩两个冲程,通常用人力、电动机等带动发动机曲轴和运转。

② 在四个冲程中只有作功冲程是活塞带动曲轴转动,其他三个冲程都是曲轴带动活塞运动。

③ 在整个循环过程中,进气门、排气门各开启一次。一个工作循环曲轴旋转 720° (2圈);活塞上、下运动四次(4个行程)。

④ 发动机着火的五个基本条件是:

油:有油,混合气浓度合适。

电:能产生足够的火花,点燃可燃混合气。

气:气缸有足够压力。

点火正时:压缩冲程上止点前点火。

配气正时:定时将进、排气门开关。

课后作业:

1. 简述四冲程汽油发动机的工作原理。
2. 名词解释:上止点;下止点;发动机排量。
3. 什么是发动机的排量?
4. 什么是发动机的工作循环?

任务二 发动机的主要性能指标及编号规则

学习目标

- (1) 发动机的总体构造。
- (2) 发动机的编号。

能力目标

- (1) 熟练掌握发动机的总体构造。
- (2) 掌握发动机的编号。

一、发动机的总体构造

两大机构五大系统：曲柄连杆机构、配气机构、供油系统、冷却系统、润滑系统、起动系统、点火系统。

1. 两大机构

曲柄连杆机构和配气机构。

2. 五大系统

燃油供给系、润滑系、冷却系、点火系、起动系。

二、主要性能指标

包括动力性指标(有效转矩、有效功率及升功率)和经济性指标(有效燃油消耗率)。

有效转矩

发动机曲轴对外输出的转矩称为有效转矩,用 M_e 表示,单位为 $N \cdot m$ 。

三、发动机型号编制举例

(1) EQ 6100—1 型汽油机：表示二汽生产、6 缸、四冲程、缸径 100 mm、水冷、通用型、第一种变型产品。

(2) 6120 Q 柴油机：表示 6 缸、四冲程、缸径 120 mm、水冷、车用。

(3) 12V135Z 柴油机：表示 12 缸、V 形、四冲程、缸径 135 mm、水冷、增压。

课后作业：

发动机通常是由哪些机构与系统组成的？各有什么功用？

项目二

曲柄连杆机构的构造与维修

知识目标

- (1) 能够正确描述曲柄连杆机构的组成、构造和装配关系。
- (2) 能够正确叙述曲柄连杆机构主要机件的受力情况和工作原理。
- (3) 能够正确描述曲柄连杆机构的装配要求。

能力目标

- (1) 会进行易损零件检测、修理或更换。
- (2) 会进行曲柄连杆机构的装配与调整。
- (3) 能对曲柄连杆机构常见故障进行分析、判断,并能排除故障。

任务一 活塞连杆机构的构造和工作原理

学习目标

- (1) 活塞连杆机构的构造。
- (2) 活塞连杆机构的工作原理。

能力目标

- (1) 掌握曲柄连杆机构的构造。
- (2) 掌握发动机的整体构造。
- (3) 掌握曲柄连杆机构各部件的作用。