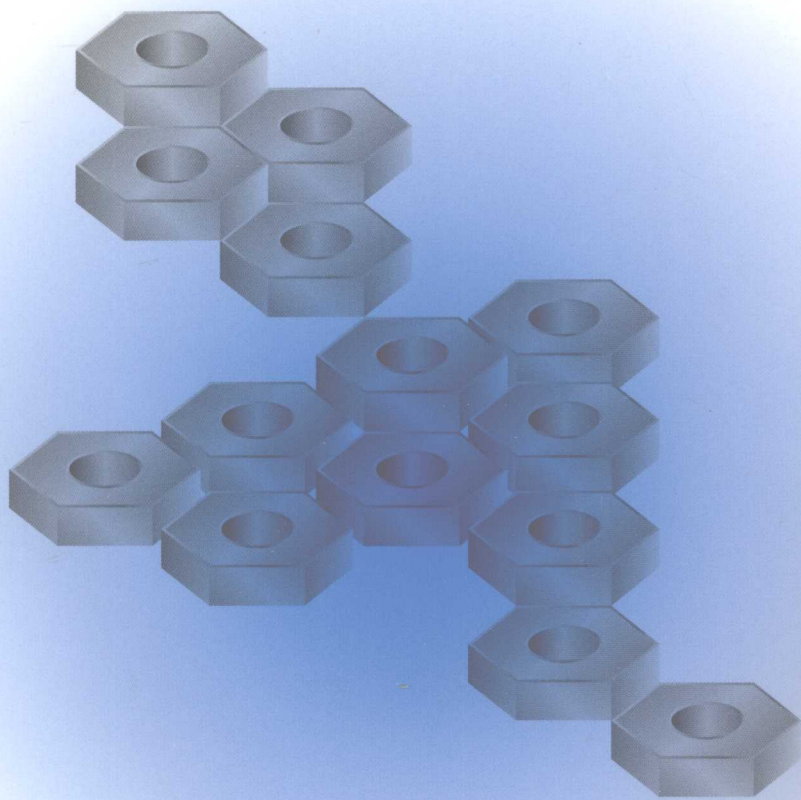


汽车维修职业任务驱动模块化教材

汽车发动机 构造与检修

吴显强 主编




 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



ISBN 978-7-111-24575-9

封面设计 / 电脑制作：
姚毅



汽车维修职业任务驱动模块化教材

汽车发动机构造与检修
汽车电气设备构造与检修
汽车传动系统
汽车行驶系统
汽车自动变速器
汽车电工电子基础
汽车空调
汽车常用检测设备的使用
车用柴油机
电控燃油喷射汽油机
汽车维护与美容

上架指导：交通运输 / 汽车部件维修

编辑热线：(010)88379368

地址：北京市百万庄大街22号 邮政编码：100037
联系电话：(010)68326294 网址：<http://www.cmpedu.com> (机工教材网)
(010)68993821 E-mail: cmp@cmpedu.com
购书热线：(010)88379639 网址：<http://www.cmpbook.com> (机工门户网)
(010)88379641 E-mail: cmp@cmpbook.com
(010)88379643

定价：28.00元

ISBN 978-7-111-24575-9



9 787111 245759 >

汽车维修职业任务驱动模块化教材

汽车发动机构造与检修

吴显强 主编
蔡昶文 主审



机械工业出版社

本教材主要面向中等职业学校编写,共包括14个课题,每一课题的设置均采用任务引领型的方式,包括实践内容和相关知识等。全书详细介绍了汽车发动机的基本知识、发动机工作原理、发动机拆装、发动机的构造、发动机各机构与系统的维修知识及发动机主要故障的诊断与排除内容等。

本教材可供各中职、技工学校汽车相关专业教学使用。同时,也可作为业余培训、企业培训用教材,还可以作为维修人员的自学用书。

图书在版编目(CIP)数据

汽车发动机构造与检修/吴显强主编. —北京:机械工业出版社, 2008. 8

汽车维修职业任务驱动模块化教材
ISBN 978-7-111-24575-9

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

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第099651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:徐巍 责任编辑:李军 版式设计:霍永明
责任校对:申春香 封面设计:姚毅 责任印制:洪汉军

北京铭成印刷有限公司印刷

2008年8月第1版第1次印刷

184mm×260mm·13.5印张·319千字

0001—4000册

标准书号:ISBN 978-7-111-24575-9

定价:28.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
销售服务热线电话:(010)68326294

购书热线电话:(010)88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010)88379368

封面无防伪标均为盗版

汽车维修职业任务驱动模块化教材

编 委 会

主 任	杨 敏						
副主任	夏晓冬						
委 员	万军海	蔡昶文	梁 登	王尚军	任惠霞	杨曙光	
	黄 琴	黄嘉平	刘 毅	薛 婷	夏明君	喻 勇	

序

进入 21 世纪以来，我国汽车工业突飞猛进，已经成为国民经济的支柱产业之一。2007 年，我国汽车产量超过 888 万辆，销量超过 879 万辆，产量居世界第三位，销量居世界第二位。

汽车后市场服务业作为汽车产业的重要延伸，随着汽车前市场的发展已经成为一个潜力巨大的市场，而且变得越来越重要。汽车后市场服务业内容涵盖面很广，包括汽车自工厂下线后推出市场、使用到再生、报废全过程中的技术性服务和非技术性服务。目前，我国的汽车产业正在悄然进行着一场具有划时代意义的汽车后市场服务业革命。在这场革命中，如何掌握领先的汽车服务理念、方法和技术，是推动我国汽车产业发展的一个关键。汽车后市场服务业是目前最具代表性的现代服务业的一个内容。10 余年来，我国的汽车后市场服务业虽然取得长足发展，但与世界发达国家相比，在现代服务理念、行业研究、服务项目的广度、服务内涵的深度和服务质量的水准等方面还存在相当大的差距，在整体组织、管理和服务上仍处在初级阶段。

随着汽车工业和汽车后市场服务业的发展，具备“懂技术、善经营、会服务”的能力素质，能够适应汽车产品设计服务、汽车生产服务、汽车销售服务、汽车售后服务、汽车保险理赔和汽车运输服务等领域工作的复合型、实用型技术人才成了汽车业和相关行业竞相争夺的“香饽饽”。目前，我国尤其是广东省的汽车服务领域奇缺这种专业技术人才。所以，尽快按照汽车大学科的完整思路培养出一大批懂汽车销售、管理和服务等知识的复合型、实用型专业人才，满足我国汽车后市场服务业对人才的强大需求，任务非常紧迫。

调查资料表明，目前我国汽车技术服务从业人员中，普遍存在以下问题：一是工人的文化素质和技术水平偏低；二是具有独立工作能力的技工明显呈老龄化，而学校新培养的学生理论与实践脱节，动手能力弱；三是缺乏严格的职业技术教育，不能适应市场和企业的要求。针对这种情况，广州市交通高级技工学校组织了一批有丰富教学和实践经验的老师，紧密结合上述问题和企业当前的实际要求，编写出这套极具特色的培训系列教材。

该教材有以下特点：

1. 以“任务驱动”作为编写思路，用具体的工作任务引出相应的专业知识，调动学生学习的主动性，学习的目标十分明确。

2. 教材根据工作任务内容分成 11 个分册，突破“理论”与“实践”的界线，体现现

代职业教育“一体化”的特色。

3. 每个课题的设置充分考虑了现有的教学设施、教师梯队和其他教学资源，效率高，可操作性很强。

4. 强调学生动手能力的训练，注重于学生专业技能的形成和培养。

5. 教材深入浅出，图文并茂，使用方便，适应性好。

刘仲国

(中国汽车工程学会、广东省职业技能鉴定特聘专家, 华南农业大学教授)

前 言

为了适应我国汽车维修行业技能型紧缺人才培养的需要,满足中等职业学校以就业为导向的办学目标和要求,同时,也为了配合中等职业学校汽车类专业开展一体化教学的需要,我们在校汽车专业课程模块化改革的基础上,根据所制订的教学大纲,组织了部分专业骨干教师编写了一套任务引领型的汽车专业一体化教材,《发动机构造与检修》为其中一本。

本书包括14个课题,每一课题的设置均采用任务引领型的方式,包括实践内容和相关知识等。全书详细介绍了汽车发动机的基本知识、发动机工作原理、发动机拆装、发动机的构造、发动机各机构与系统的维修知识及发动机主要故障的诊断与排除内容等。

在编写过程中,得到了各有关兄弟院校、广州地区部分企业及机械工业出版社的大力支持,同时,还得到了有关专家的指导。在此,我们一并表示衷心的感谢!

本书可供各技工学校汽车相关专业教学使用。同时,也可作为业余培训、企业培训用教材,还可以作为维修人员的自学用书。

本书由吴显强主编,蔡昶文主审。参加本书编写的人员有刘文(课题一、三),陈秀妙(课题二),吴显强(课题四至十二),梁家荣(课题十三、十四)。

由于编者的水平所限,加上是首次编写出版,且教学的改革也在不断进行中,故难免会出现错漏之处。恳请广大读者对本书提出宝贵的意见和建议,以便再版时能修订改正。

编 者

目 录

序

前言

课题一 发动机基本知识	1
任务 观察发动机结构	1
一、实践	1
二、相关知识	1
(一) 发动机概述	1
(二) 发动机分类	1
(三) 发动机型号的编制规则	3
三、知识拓展	3
(一) 发动机主要性能指标	3
(二) 发动机特性	4
(三) 康明斯发动机编号及其含义	5
课题二 发动机工作原理	7
任务 观察发动机工作过程	7
一、实践	7
二、相关知识	7
(一) 发动机专业术语	7
(二) 四行程汽油机	9
(三) 四行程柴油机	10
(四) 汽油机和柴油机的比较	10
(五) 二行程发动机	11
三、知识拓展	12
(一) 爆燃	12
(二) 表面点火	12
课题三 发动机拆装	14
任务 拆装发动机(以捷达发动机为例)	14
一、实践	14
二、相关知识	15



(一) 发动机拆装注意事项	15
(二) 发动机的拆装	16
(三) 气缸盖的拆装	24
(四) 润滑系统的拆装	27
(五) 冷却系统的拆装	29
三、知识拓展	32
(一) 常用工具	32
(二) 工具的正确选用和使用注意事项	35
课题四 汽油发动机构造	37
任务 观察汽油发动机的零部件	37
一、实践	37
二、相关知识	38
(一) 曲柄连杆机构	38
(二) 配气机构	44
(三) 汽油机燃料供给系统	51
(四) 润滑系统	58
(五) 冷却系统	63
课题五 曲柄连杆机构的维修	70
任务一 检修机体组	70
一、实践	70
二、相关知识	71
(一) 气缸体、气缸盖破裂损伤的检查与修理	71
(二) 气缸体、气缸盖变形的检修	73
(三) 气缸磨损的检查与修理	74
三、知识拓展	77
(一) 常用量具	77
(二) 量具的正确选用和使用注意事项	80
任务二 检修活塞连杆组	82
一、实践	82
二、相关知识	83
(一) 活塞和活塞环的磨损	83
(二) 活塞和活塞环的选配	83
(三) 活塞销和连杆组的修配	85
任务三 检修曲轴飞轮组	88
一、实践	88
二、相关知识	89
(一) 曲轴的检修	89



(二) 曲轴轴承与连杆轴承的修理	91
(三) 飞轮的检修	93
课题六 配气机构的维修	95
任务一 拆装配气机构	95
一、实践	95
二、相关知识	96
(一) 发动机配气机构的拆装	96
(二) 气门间隙的检查与调整	97
(三) 配气相位的检查与调整	98
任务二 检修配气机构	99
一、实践	100
二、相关知识	100
(一) 气门组零件的检修	100
(二) 气门弹簧的检查	104
(三) 气门传动组零件的检修	105
课题七 汽油机燃料供给系统的维修	108
任务 检修汽油机燃料供给系统	108
一、实践	108
二、相关知识	108
课题八 润滑系统的维修	110
任务 检修润滑系统	110
一、实践	110
二、相关知识	110
课题九 冷却系统的维修	112
任务 检修冷却系统	112
一、实践	112
二、相关知识	112
课题十 发动机故障诊断与排除基础	114
任务 观察发动机常见故障现象	114
一、实践	114
二、相关知识	115
(一) 发动机故障特征和现象	115
(二) 发动机故障诊断方法	116
(三) 发动机诊断参数	121



(四) 发动机基本检查和调整	121
课题十一 发动机异响的诊断	126
任务一 诊断曲柄连杆机构异响故障	126
一、实践	126
二、相关知识	126
(一) 发动机异响的原因、特性和诊断程序	126
(二) 曲柄连杆机构异响	130
(三) 活塞敲缸响	133
(四) 活塞销响	135
(五) 活塞环响	137
任务二 诊断配气机构异响故障	138
一、实践	138
二、相关知识	138
(一) 气门响	138
(二) 气门座圈响	139
(三) 凸轮轴响	140
(四) 正时齿轮响	141
(五) 点火异响	142
课题十二 发动机综合故障诊断与排除	144
任务一 诊断发动机不能起动机故障	144
一、实践	144
二、相关知识	144
(一) 起动系统故障	145
(二) 点火系统故障	148
(三) 供给系统故障诊断	153
(四) 机械故障诊断	157
任务二 诊断发动机怠速不正常故障	158
一、实践	159
二、相关知识	159
任务三 诊断发动机无力故障	162
一、实践	162
二、相关知识	163
(一) 发动机工作不良	163
(二) 发动机加速不良	164
(三) 发动机高速不良	164
(四) 发动机回火、“放炮”	165
(五) 发动机爆燃	166



(六) 燃油消耗异常	166
任务四 诊断发动机润滑不良故障	167
一、实践	167
二、相关知识	167
(一) 机油压力过低	168
(二) 机油压力过高	169
(三) 发动机润滑油消耗异常	169
(四) 机油变质	170
任务五 诊断发动机冷却不良故障	171
一、实践	171
二、相关知识	171
(一) 冷却系统温度过高	171
(二) 冷却系统温度过低	173
(三) 冷却液消耗异常	174
课题十三 电控汽油机故障诊断与排除	175
任务 诊断电控汽油机故障	175
一、实践	175
二、相关知识	178
(一) 电控汽油机故障诊断注意事项	178
(二) 故障诊断的程序和步骤	179
(三) 电控汽油喷射发动机故障的诊断方法	179
(四) 电控汽油喷射发动机故障自诊断	186
课题十四 发动机检测	191
任务 认识发动机综合检测仪	191
一、实践	191
二、相关知识	191
(一) 发动机综合性能分析仪	191
(二) 废气检测仪使用介绍	195

课题一 发动机基本知识

任务 观察发动机结构

【任务内容】

- 1) 发动机的功用和分类。
- 2) 发动机型号的编制规则。
- 3) 完成观察发动机结构任务工作页。

【任务目标】

- 1) 了解发动机的功用和分类。
- 2) 熟悉发动机型号的编制规则。

一、实践

先由学员各自尽可能地自行完成如下工作页。然后，在教师的指导下完成本任务。

观察发动机结构任务工作页

1. 根据教材所述的发动机分类方式说出你观察到的发动机的形式。

2. 记下实训中心观察到的发动机型号，并写出它们的含义。

柴油机型号：_____，含义：_____。

汽油机型号：_____，含义：_____。

二、相关知识

(一) 发动机概述

发动机是汽车的动力源，迄今为止除了为数不多的电动汽车外，汽车发动机都是热动力装置，简称热机。

发动机的作用是把输入气缸内的燃料燃烧产生的热能转化为机械能，输出机械动力。现代汽车广泛应用往复活塞式内燃机，它一般由曲柄连杆机构、配气机构、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)、起动系统等部分组成。

(二) 发动机分类

内燃机的分类方法很多，按照不同的分类方法可以把内燃机分成不同的类型。

1. 按照所用燃料分类

内燃机按照所使用燃料的不同可以分为汽油机、柴油机和气体燃料发动机三大类。使用汽油为燃料的活塞式内燃机称为汽油机；使用柴油为燃料的活塞式内燃机称为柴油机；使用



天然气、液化石油气和其他气体燃料的活塞式内燃机称作气体燃料发动机。汽油机与柴油机各有特点：汽油机转速高，质量小，噪声小，起动容易，制造成本低；而柴油机压缩比大，热效率高，经济性能和排放性能都比汽油机好。

2. 按照行程分类

内燃机按照其一个工作循环期间活塞往复运动的行程数进行分类。活塞式内燃机每完成一个工作循环，便对外做功一次，不断地完成工作循环，才能使热能连续地转化为机械能。在一个工作循环中活塞往复四个行程的内燃机称作四行程往复活塞式内燃机，而活塞往复两个行程便完成一个工作循环的则称作二行程往复活塞式内燃机。

3. 按照冷却方式分类

内燃机按照冷却方式不同，活塞式内燃机可以分为水冷发动机和风冷发动机。水冷发动机是利用在气缸体和气缸盖冷却水套中进行循环的冷却液进行冷却的；而风冷发动机是利用流动于气缸体与气缸盖外表面散热片之间的空气进行冷却的。水冷发动机冷却均匀，工作可靠，冷却效果好，被广泛地应用于现代车的发动机。

4. 按照气缸数目分类

内燃机按照气缸数目不同分为单缸发动机和多缸发动机。仅有一个气缸的发动机称为单缸发动机；有两个以上气缸的发动机称为多缸发动机，如双缸、三缸、四缸、五缸、六缸、八缸、十二缸等都是多缸发动机。现代车用发动机多采用四缸、六缸、八缸发动机。

5. 按照气缸排列方式分类

直列式(单列式)发动机的各个气缸排成一列，一般是垂直布置的。但为了降低发动机的高度，有时也把气缸布置成倾斜的甚至是水平的。这种排列形式的气缸体结构简单，加工容易，但长度和高度较大。一般六缸以下发动机多采用单列式。

V型发动机将气缸排成二列，其气缸中心线的夹角 $\gamma < 180^\circ$ ，它的特点是缩短了发动机长度，降低了发动机高度，增加了气缸体刚度，质量也有所减轻，但加大了发动机宽度，且形状复杂，加工困难，一般多用于缸数多的大功率发动机上。现在八缸以上的发动机多采用V型布置。

W型发动机将V型发动机的每侧气缸再进行小角度的错开，就成了W型发动机。W型可将发动机做得更短一些，曲轴也可短些，同时重量也可轻些，但它的宽度更大。W型发动机的缺点是发动机由一个整体被分割为两个部分，在运作时会引起很大的振动。

对置气缸式发动机的高度比其他形式的小得多，在某些情况下，使得汽车(特别是轿车和大型客车)的总布置更为方便，这种形式的发动机在轿车中应用不多。

斜置气缸式发动机的布置形式类似于直列式，只是整个气缸体被倾斜放置。斜置式发动机是为了减小发动机从顶部到底部的距离，采用斜置式发动机的汽车具有更好的空气动力学特性。

6. 按照进气系统是否采用增压方式分类

内燃机按照进气系统是否采用增压方式可以分为自然吸气(非增压式)发动机和强制吸气(增压式)发动机。若进气是在接近大气状态下进行的，则为非增压内燃机或自然吸气式内燃机；若利用增压器将进气压力增高，进气密度增大，则为增压内燃机。增压可以提高内燃机功率。

7. 按照活塞的工作方式分类



往复式内燃机是一种利用一个或者多个活塞将压力转换成旋转动能的发动机。活塞往复运动形式的发动机的活塞在气缸内作往复的直线运动，通过曲轴把活塞的直线运动转化为曲轴的旋转，一般的发动机都采用这种形式。

转子内燃机是通过活塞在气缸内的旋转来带动发动机主轴(即普通发动机的曲轴,因为不是弯曲的故不再叫曲轴)旋转的。

(三) 发动机型号的编制规则

1. 内燃机型号

1991年颁布内燃机产品名称和型号编制规则的国家标准 GB/T 725—1991 主要内容如下。

- 1) 内燃机产品名称均按所采用的燃料命名,如汽油机、柴油机、双燃料发动机等。
- 2) 内燃机型号由阿拉伯数字、汉语拼音字母组成。
- 3) 内燃机型号由下列四部分组成。

① 首部。包括产品系列代号、换代符号和地方、企业代号,由制造厂根据需要自选字母表示,但需经行业标准化归口单位核准、备案。

② 中部。由缸数符号、气缸布置形式符号、行程符号和缸径符号组成。

③ 后部。由结构特征符号和用途特征符号组成,用字母表示。

④ 尾部。为区分符号。同一系列产品因改进等原因需要区分时,生产厂家用适当符号表示。后部与尾部之间可以用“—”隔开。

内燃机型号的排列顺序及符号所代表的含义规定如图 1-1 所示。

2. 型号编制举例

(1) 汽油机

- 1) 462Q——四缸、直列、四冲程、缸径 62mm、水冷、汽车用。
- 2) 1E65F——单缸、二冲程、缸径 65mm、风冷、通用型。
- 3) CA6102——六缸、直列、四冲程、缸径 102mm、水冷、通用型(CA 为第一汽车制造厂代号)。

(2) 柴油机

- 1) YC6102Q——六缸、直列、四行程、缸径 102mm、水冷、汽车用(YC 为广西玉林柴油机厂代号)。
- 2) 12V135Z——十二缸、V形、四行程、缸径 135mm、水冷、增压、通用型。
- 3) 495T——四缸、直列、四行程、缸径 95mm、水冷、拖拉机用。

三、知识拓展

(一) 发动机主要性能指标

发动机性能好坏一般用发动机对外输出功率为基础的有效指标来评价,包括有效转矩 M_e 、有效功率 P_e 和有效油耗率 g_e 等指标。

1. 有效转矩

发动机曲轴对外输出的转矩称为有效转矩,以 M_e 表示,单位为 $N \cdot m$ 。有效转矩与外界施加于发动机曲轴上的阻力矩相平衡,可以用发动机台架试验方法测得。

2. 有效功率