

职业院校

汽车类“十二五”规划教材



工业和信息化高职高专

“十二五”规划教材立项项目



汽车

发动机构造与检修

The Structure and Overhaul of
Automobile Engine

◎ 李雷 陈红 主编

◎ 李红欣 赵锦强 副主编

借鉴国际职业教育先进理念

按照岗位能力要求组织教学内容，通过项目任务使实践技能与理论知识相匹配

提供鉴定工具及教学信息反馈单



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

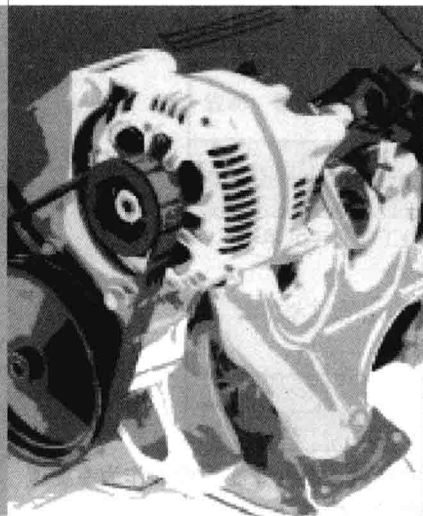
职业院校

汽车类“十二五”规划教材



工业和信息化高职高专

“十二五”规划教材立项项目



汽车

发动机构造与检修

The Structure and Overhaul of Automobile Engine

◎ 李雷 陈红 主编

◎ 李红欣 赵锦强 副主编

人民邮电出版社

北京

图书在版编目(CIP)数据

汽车发动机构造与检修 / 李雷, 陈红主编. — 北京:
人民邮电出版社, 2012. 9

工业和信息化高职高专“十二五”规划教材立项项目
职业院校汽车类“十二五”规划教材

ISBN 978-7-115-28755-7

I. ①汽… II. ①李… ②陈… III. ①汽车—发动机
—构造—高等教育—教材②汽车—发动机—车辆修理
—高等教育—教材 IV. ①U472.43

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第169378号

内 容 提 要

本书借鉴了国际职业教育先进理念,突出“做中学、学中做”的原则,把行业能力标准作为专业课程教学目标和鉴定标准,按照能力标准组织教学内容。本书着重介绍了汽车发动机构造和工作原理中与维护和维修相关的部分,并对发动机的常见维修、检测项目和发动机大修作业作了详尽讲解。

本书编写新颖,内容翔实,重在实践能力的培养,可以用作汽车维修相关专业的教材,也可作为汽车维修服务人员的自学用书和汽车维修企业的员工培训教学材料。

工业和信息化高职高专“十二五”规划教材立项项目

职业院校汽车类“十二五”规划教材

汽车发动机构造与检修

-
- ◆ 主 编 李 雷 陈 红
副 主 编 李红欣 赵锦强
责任编辑 赵慧君
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号
邮编 100061 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京昌平百善印刷厂印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 16.5
字数: 417千字

2012年9月第1版

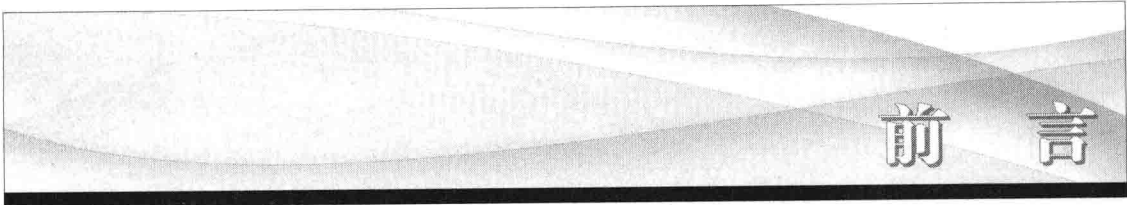
2012年9月北京第1次印刷

ISBN 978-7-115-28755-7

定价: 34.00 元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154



前言

本书根据《汽车维修技术人员培训能力标准》的核心能力标准《QTPBW017 拆卸与标记发动机系统部件》、《QTPBW034 拆卸和安装发动机总成》、《QTPBW035 检查和维护发动机》、《QTPBW063 维修发动机部件》和《QTPBW131 检测、诊断轻型车辆发动机各系统故障》编写。

本书借鉴了国际职业教育先进理念,按照岗位能力要求组织教学内容,针对高职学生学习特征设计教学活动,以模拟或真实的工作场所为教学环境开展教学活动,学生通过项目任务掌握理论知识与实践技能,通过多种教学活动来培养学生分析和解决问题的能力,任务的设计也兼顾了学生职业素养的形成;本书鉴定工具有利于学生自我鉴定和教师进行鉴定并收集证据,教学信息反馈单有利于教师对教学计划和教学方法的调整。

本书主要内容为汽车发动机构造、常见维修检测项目和发动机大修作业等,共包括6个单元,分别为汽车发动机基本知识、认识发动机结构、认识汽油机燃油系统和点火系统、认识柴油机燃油系统、实施发动机常见维修项目和故障诊断,以及实施发动机大修作业。

本书由重庆工业职业技术学院李雷、广州现代信息工程职业技术学院陈红担任主编,河南省荥阳市第二高中李红欣、威海职业技术学院赵锦强任副主编。参加本书编写工作的还有武警重庆市消防总队后勤部修理所袁伟才、河南交通职业技术学院史雷鸣、商丘工学院刘晓光。

本书在编写过程中参考了大量国内外汽车专业书籍,并借鉴了行业维修手册和培训教材,谨在此向其作者及资料提供者表示衷心感谢,同时也由衷感谢重庆市汽车行业技术专家的大力支持。

由于编者水平有限,书中不妥之处,恳请读者和专家批评指正。

编 者

2012年5月

绪论

1. 课程学习目标

根据课程指导性文件《汽车维修技术人员培训能力标准》中的核心能力标准《QTPBW017 拆卸与标记发动机系统部件》、《QTPBW034 拆卸和安装发动机总成》、《QTPBW035 检查和维护发动机》、《QTPBW063 维修发动机部件》、《QTPBW131 检测、诊断轻型车辆发动机各系统故障》，本书围绕实施汽车发动机检修所必须的能力进行编写，通过学习，力求帮助学习者具有安全、正确地实施汽车发动机检修的能力。汽车发动机构造与检修课程能力组成见表 0-1。

表 0-1

汽车发动机构造与检修能力组成

基础知识

- ① 有关职场健康安全法规、环境保护法、设备、材料和个人安全要求。
- ② 使用车辆、设备工作的危险。
- ③ 从各种类型的（纸质的和电子的）维护内容和维修手册获取维护信息。
- ④ 发动机的组成和工作原理。
- ⑤ 发动机基本术语和性能指标。
- ⑥ 发动机的机体结构、配气机构、润滑系统、冷却系统、进气和排气系统。
- ⑦ 汽油发动机基本工作条件、燃油系统和点火系统。
- ⑧ 柴油发动机特点和工作条件、燃油系统。
- ⑨ 车间安全知识和基本工作规范。
- ⑩ 企业质量检查程序。
- ⑪ 工作组织和计划步骤

基本技能

- ① 正确使用和维护汽车发动机常用的工具设备。
- ② 能够实施汽车发动机常见维修项目、检测项目和故障诊断。
- ③ 能够实施发动机大修作业。
- ④ 维修完毕后的交车准备工作

关键能力

（1）收集、分析和组织信息能力

- ① 收集发动机维修信息和资料，解释制造商、零件供应商提供的说明书和维修工作程序。
- ② 对维修技术信息进行判断。

（2）交流想法和信息能力

- ① 用简明的语言和一定的交流技巧，与顾客和团队成员进行交流。

关键能力

② 用询问的方式并认真倾听顾客的需求,从顾客处获得信息。

③ 用口头表述向顾客说明维修方案。

(3) 计划和组织活动能力

制订维修计划,充分利用时间和资源,区分重点,监督自己工作。

(4) 团队工作能力

在团队工作中,理解和响应顾客需求,与他人有效互动,共同完成工作目标。

(5) 解决问题能力

诊断故障的判断力和解决问题的灵活方法。

(6) 应用数学思想和方法能力

根据测量计算误差,建立质量检验的基本概念。

(7) 应用技术能力

在维修发动机过程中,熟练使用工具、测量仪器,应用数字显示测量技术,填写维修作业记录、检查清单等作业文件

2. 课程学习前应具备的能力

在学习本课程之前,学生必须具备以下能力:

① 掌握维修技术标准和安全操作规范。

② 熟悉安全工作条例。

③ 使用和维护工具设备。

④ 使用和维护检测仪器。

3. 课程学习方法

学习内容和学习方法建议见表 0-2。

表 0-2 学习内容和学习方法建议

学 习 情 境	学 习 内 容	学习方法建议						
		叙 述 式	互 动 式	小 组 讨 论	案 例 分 析	角 色 扮 演	实 做 演 示	现 实 模 拟
单元一 汽车发动机基本知识	任务 1 汽车发动机组成和工作原理	√						
	任务 2 发动机基本术语和性能指标	√	√	√	√			
单元二 认识发动机结构	任务 1 认识发动机机体结构	√	√	√	√			
	任务 2 认识发动机配气机构	√	√	√	√			
	任务 3 认识发动机润滑系统	√	√	√	√			
	任务 4 认识发动机冷却系统	√	√	√	√			
	任务 5 认识进气和排气系统	√	√	√	√			
单元三 认识汽油机燃油系统和点火系统	任务 1 汽油发动机基本工作条件	√	√	√	√			
	任务 2 认识电控燃油喷射系统	√	√	√	√			
	任务 3 认识电控点火系统	√	√	√	√			

续表

学 习 情 境	学 习 内 容	学习方法建议						
		叙述式	互动式	小组讨论	案例分析	角色扮演	实做演示	现实模拟
单元四 认识柴油机燃油系统	任务1 认识柴油发动机特点和工作条件	√	√	√	√			
	任务2 认识柴油发动机燃油系统	√	√	√	√			
	任务3 认识喷油泵和调速器	√	√	√	√			
单元五 实施发动机常见维修项目和故障诊断	任务1 车间安全知识和基本工作规范	√	√	√	√	√	√	√
	任务2 实施发动机常见维修项目		√	√	√	√	√	√
	任务3 实施发动机常见检测项目		√	√	√	√	√	√
	任务4 实施发动机常见故障诊断		√	√	√	√	√	√
单元六 实施发动机大修作业	任务1 拆卸和分解发动机		√	√	√	√	√	√
	任务2 检修缸盖和缸体总成		√	√	√	√	√	√
	任务3 组装和安装发动机		√	√	√	√	√	√
	任务4 发动机磨合和验收	√	√	√	√	√	√	√

4. 鉴定指南

(1) 鉴定标准

《汽车维修技术人员培训能力标准》中能力标准《QTPBW017 拆卸与标记发动机系统部件》、《QTPBW034 拆卸和安装发动机总成》、《QTPBW035 检查和维护发动机》、《QTPBW063 维修发动机部件》和《QTPBW131 检测、诊断轻型车辆发动机各系统故障》。

(2) 鉴定关键证据

- ① 考查学习者在变化的工作情况下,采取应对措施的能力。
- ② 遵守安全操作规范。
- ③ 与相关工作人员和客户进行有效交流。
- ④ 选择适合工作情况的检测维修方法和操作技能。
- ⑤ 完成一系列准备工作活动。
- ⑥ 解释测试结果。
- ⑦ 按照制造商、零部件供应商提供的说明书要求,进行发动机维修。
- ⑧ 在规定时间内,完成发动机维修。
- ⑨ 向顾客交付车辆。

(3) 鉴定范围

- ① 基础知识和技能可以在岗或离岗进行鉴定。
- ② 实践技能的鉴定应当在经过一段时间的指导实践和重复练习取得经验后进行。若不能提供职场实施鉴定,鉴定可以在模拟的工作场所进行。

(4) 鉴定方法

鉴定必须符合维修技术标准和安全操作规范,必须确认识识与技能的一致性和准确性。本课程鉴定方法见表 0-3。

表 0-3

鉴定方法

鉴定方法	单元一 汽车发动机 基本知识	单元二 认识发动机 结构	单元三 认识汽油机燃油 系统和点火系统	单元四 认识柴油机 燃油系统	单元五 实施发动机常见维 修项目和故障诊断	单元六 实施发动机 大修作业
工作场所观察		√	√	√	√	√
模拟或角色扮演					√	√
口头提问	√	√	√	√	√	√
书面提问	√	√	√	√	√	√
技能展示					√	√
案例分析		√	√	√	√	√
项目工作和任务	√	√	√	√	√	√
证据素材收集	√	√	√	√	√	√

(5) 鉴定时间安排

鉴定时间安排如图 0-1 所示。

5. 教学评估方法

(1) 教学评估目的

对学生学习需求与效果作出及时反馈,对课程教学活动设计和实施过程进行质量监控,对学生学习参与程度进行及时检查。

(2) 教学评估的标准

按照《汽车维修技术人员培训能力标准》中能力标准《QTPBW017 拆卸与标记发动机系统部件》、《QTPBW034 拆卸和安装发动机总成》、《QTPBW035 检查和维护发动机》、《QTPBW063 维修发动机部件》和《QTPBW131 检测、诊断轻型车辆发动机各系统故障》进行学习效果和学习需求评估。

(3) 教学评估计划

教学评估计划如图 0-2 所示。

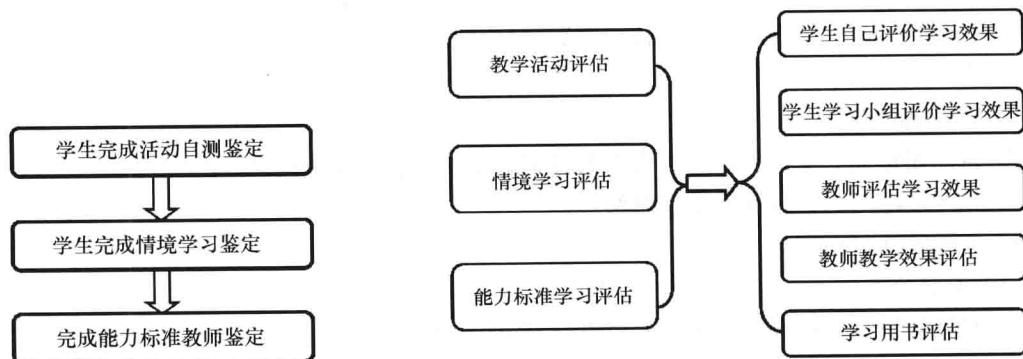


图 0-1 鉴定时间安排

图 0-2 教学评估计划

(4) 教学评估工具

本书附有学生信息反馈单,教师和学生可以使用这些信息反馈单从教学内容和方法设置、学习资源和设备设施、教学考核和鉴定 3 个方面对学生开展教学评估。教师也可以根据教学中具体情况,自己设计评估问卷,进行教学评估,监控教学质量。

目 录

绪论	1	工作条件	111
单元一 汽车发动机基本知识	5	任务 2 认识柴油发动机燃油系统	116
任务 1 汽车发动机的组成和工作原理	6	任务 3 认识喷油泵和调速器	123
任务 2 发动机基本术语和性能指标	16	鉴定工具	140
鉴定工具	23	信息反馈	141
信息反馈	24	单元五 实施发动机常见维修项目和故障诊断	142
单元二 认识发动机结构	25	任务 1 车间安全知识和基本工作规范	143
任务 1 认识发动机机体结构	26	任务 2 实施发动机常见维修项目	156
任务 2 认识发动机配气机构	45	任务 3 实施发动机常见检测项目	182
任务 3 认识发动机润滑系统	58	任务 4 实施发动机常见故障诊断	197
任务 4 认识发动机冷却系统	67	鉴定工具	204
任务 5 认识进气和排气系统	75	信息反馈	205
鉴定工具	82	单元六 实施发动机大修作业	206
信息反馈	83	任务 1 拆卸和分解发动机	207
单元三 认识汽油机燃油系统和点火系统	84	任务 2 检修气缸盖和气缸体总成	219
任务 1 汽油发动机的基本工作条件	85	任务 3 组装和安装发动机	243
任务 2 认识电控燃油喷射系统	92	任务 4 发动机磨合和验收	254
任务 3 认识电控点火系统	101	鉴定工具	258
鉴定工具	108	信息反馈	259
信息反馈	109	参考文献	260
单元四 认识柴油机燃油系统	110		
任务 1 认识柴油发动机的特点和			

绪论

1. 课程学习目标

根据课程指导性文件《汽车维修技术人员培训能力标准》中的核心能力标准《QTPBW017 拆卸与标记发动机系统部件》、《QTPBW034 拆卸和安装发动机总成》、《QTPBW035 检查和维修发动机》、《QTPBW063 维修发动机部件》、《QTPBW131 检测、诊断轻型车辆发动机各系统故障》，本书围绕实施汽车发动机检修所必须的能力进行编写，通过学习，力求帮助学习者具有安全、正确地实施汽车发动机检修的能力。汽车发动机构造与检修课程能力组成见表 0-1。

表 0-1

汽车发动机构造与检修能力组成

基础知识
① 有关职场健康安全法规、环境保护法、设备、材料和个人安全要求。 ② 使用车辆、设备工作的危险。 ③ 从各种类型的（纸质的和电子的）维护内容和维修手册获取维护信息。 ④ 发动机的组成和工作原理。 ⑤ 发动机基本术语和性能指标。 ⑥ 发动机的机体结构、配气机构、润滑系统、冷却系统、进气和排气系统。 ⑦ 汽油发动机基本工作条件、燃油系统和点火系统。 ⑧ 柴油发动机特点和工作条件、燃油系统。 ⑨ 车间安全知识和基本工作规范。 ⑩ 企业质量检查程序。 ⑪ 工作组织和计划步骤
基本技能
① 正确使用和维护汽车发动机常用的工具设备。 ② 能够实施汽车发动机常见维修项目、检测项目和故障诊断。 ③ 能够实施发动机大修作业。 ④ 维修完毕后的交车准备工作
关键能力
(1) 收集、分析和组织信息能力 ① 收集发动机维修信息和资料，解释制造商、零件供应商提供的说明书和维修工作程序。 ② 对维修技术信息进行判断。 (2) 交流想法和信息能力 ① 用简明的语言和一定的交流技巧，与顾客和团队成员进行交流。

关键能力

② 用询问的方式并认真倾听顾客的需求,从顾客处获得信息。

③ 用口头表述向顾客说明维修方案。

(3) 计划和组织活动能力

制订维修计划,充分利用时间和资源,区分重点,监督自己工作。

(4) 团队工作能力

在团队工作中,理解和响应顾客需求,与他人有效互动,共同完成工作目标。

(5) 解决问题能力

诊断故障的判断力和解决问题的灵活方法。

(6) 应用数学思想和方法能力

根据测量计算误差,建立质量检验的基本概念。

(7) 应用技术能力

在维修发动机过程中,熟练使用工具、测量仪器,应用数字显示测量技术,填写维修作业记录、检查清单等作业文件

2. 课程学习前应具备的能力

在学习本课程之前,学生必须具备以下能力:

① 掌握维修技术标准和安全操作规范。

② 熟悉安全工作条例。

③ 使用和维护工具设备。

④ 使用和维护检测仪器。

3. 课程学习方法

学习内容和学习方法建议见表 0-2。

表 0-2

学习内容和学习方法建议

学 习 情 境	学 习 内 容	学习方法建议						
		叙述式	互动式	小组讨论	案例分析	角色扮演	实做演示	现实模拟
单元一 汽车发动机基本知识	任务 1 汽车发动机组成和工作原理	√						
	任务 2 发动机基本术语和性能指标	√	√	√	√			
单元二 认识发动机结构	任务 1 认识发动机机体结构	√	√	√	√			
	任务 2 认识发动机配气机构	√	√	√	√			
	任务 3 认识发动机润滑系统	√	√	√	√			
	任务 4 认识发动机冷却系统	√	√	√	√			
	任务 5 认识进气和排气系统	√	√	√	√			
单元三 认识汽油机燃油系统和点火系统	任务 1 汽油发动机基本工作条件	√	√	√	√			
	任务 2 认识电控燃油喷射系统	√	√	√	√			
	任务 3 认识电控点火系统	√	√	√	√			

续表

学 习 情 境	学 习 内 容	学习方法建议						
		叙述式	互动式	小组讨论	案例分析	角色扮演	实做演示	现实模拟
单元四 认识柴油机燃油系统	任务1 认识柴油发动机特点和工作条件	√	√	√	√			
	任务2 认识柴油发动机燃油系统	√	√	√	√			
	任务3 认识喷油泵和调速器	√	√	√	√			
单元五 实施发动机常见维修项目和故障诊断	任务1 车间安全知识和基本工作规范	√	√	√	√	√	√	√
	任务2 实施发动机常见维修项目		√	√	√	√	√	√
	任务3 实施发动机常见检测项目		√	√	√	√	√	√
	任务4 实施发动机常见故障诊断		√	√	√	√	√	√
单元六 实施发动机大修作业	任务1 拆卸和分解发动机		√	√	√	√	√	√
	任务2 检修缸盖和缸体总成		√	√	√	√	√	√
	任务3 组装和安装发动机		√	√	√	√	√	√
	任务4 发动机磨合和验收	√	√	√	√	√	√	√

4. 鉴定指南

(1) 鉴定标准

《汽车维修技术人员培训能力标准》中能力标准《QTPBW017 拆卸与标记发动机系统部件》、《QTPBW034 拆卸和安装发动机总成》、《QTPBW035 检查和维护发动机》、《QTPBW063 维修发动机部件》和《QTPBW131 检测、诊断轻型车辆发动机各系统故障》。

(2) 鉴定关键证据

- ① 考查学习者在变化的工作情况下,采取应对措施的能力。
- ② 遵守安全操作规范。
- ③ 与相关工作人员和客户进行有效交流。
- ④ 选择适合工作情况的检测维修方法和操作技能。
- ⑤ 完成一系列准备工作活动。
- ⑥ 解释测试结果。
- ⑦ 按照制造商、零部件供应商提供的说明书要求,进行发动机维修。
- ⑧ 在规定时间内,完成发动机维修。
- ⑨ 向顾客交付车辆。

(3) 鉴定范围

- ① 基础知识和技能可以在岗或离岗进行鉴定。
- ② 实践技能的鉴定应当在经过一段时间的指导实践和重复练习取得经验后进行。若不能提供职场实施鉴定,鉴定可以在模拟的工作场所进行。

(4) 鉴定方法

鉴定必须符合维修技术标准和安全操作规范,必须确认识与技能的一致性和准确性。本课程鉴定方法见表 0-3。

表 0-3

鉴定方法

鉴定方法	单元一 汽车发动机 基本知识	单元二 认识发动机 结构	单元三 认识汽油机燃油 系统和点火系统	单元四 认识柴油机 燃油系统	单元五 实施发动机常见维 修项目和故障诊断	单元六 实施发动机 大修作业
工作场所观察		√	√	√	√	√
模拟或角色扮演					√	√
口头提问	√	√	√	√	√	√
书面提问	√	√	√	√	√	√
技能展示					√	√
案例分析		√	√	√	√	√
项目工作和任务	√	√	√	√	√	√
证据素材收集	√	√	√	√	√	√

(5) 鉴定时间安排

鉴定时间安排如图 0-1 所示。

5. 教学评估方法

(1) 教学评估目的

对学生学习需求与效果作出及时反馈,对课程教学活动设计和实施过程进行质量监控,对学生学习参与程度进行及时检查。

(2) 教学评估的标准

按照《汽车维修技术人员培训能力标准》中能力标准《QTPBW017 拆卸与标记发动机系统部件》、《QTPBW034 拆卸和安装发动机总成》、《QTPBW035 检查和维护发动机》、《QTPBW063 维修发动机部件》和《QTPBW131 检测、诊断轻型车辆发动机各系统故障》进行学习效果和学习需求评估。

(3) 教学评估计划

教学评估计划如图 0-2 所示。

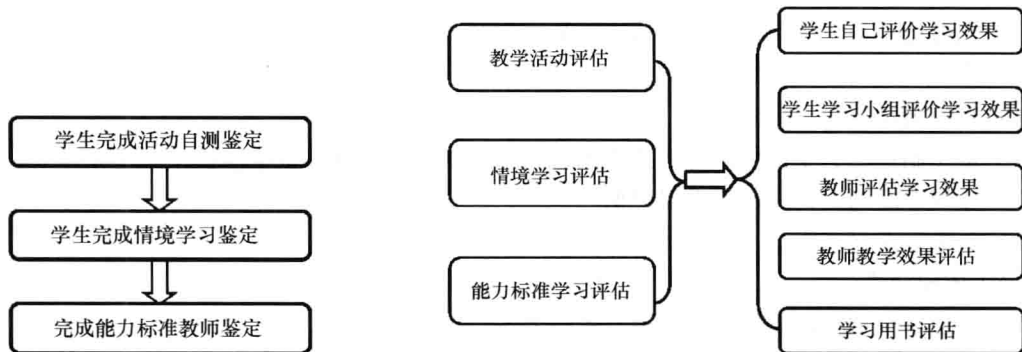


图 0-1 鉴定时间安排

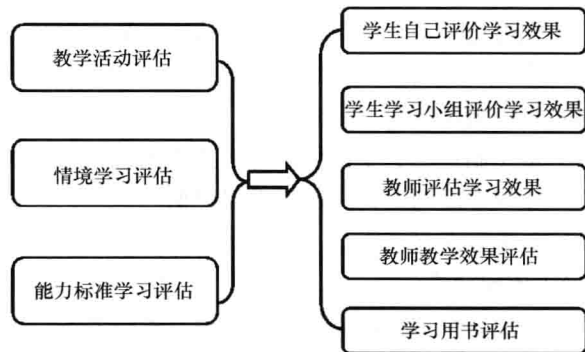


图 0-2 教学评估计划

(4) 教学评估工具

本书附有学生信息反馈单,教师和学生可以使用这些信息反馈单从教学内容和方法设置、学习资源和设备设施、教学考核和鉴定 3 个方面对学生开展教学评估。教师也可以根据教学中具体情况,自己设计评估问卷,进行教学评估,监控教学质量。

单元一

汽车发动机基本知识

【学习目标】

汽车要在道路上行驶必须先有动力，而动力的来源就是发动机，发动机性能的好坏是决定汽车行驶性能的最重要因素。目前汽车上使用的发动机大多数属于内燃机，其功能就是将燃料的化学能转变成热能再转变成机械能。

通过本单元的学习，帮助你认识汽车发动机的功能、工作原理、基本组成、分类、基本术语、性能指标和型号。

【学习信息资源】

- (1) 汽车发动机的使用说明书、维修手册。
- (2) 汽车发动机的教学软件和视频。
- (3) 各汽车生产公司的网页和提供各类维修知识和维修资料的网页。
- (4) 汽车维修职场安全与健康的相关规定。

【学习场所和设备】

- (1) 个人劳动防护用品用具。
- (2) 不同类型的发动机总成。
- (3) 安全的工作环境和工作场所。

【学习任务】

为了帮助你获得汽车发动机基本知识，本单元安排的学习任务如下。

任务1 汽车发动机的组成和工作原理

任务2 发动机基本术语和性能指标

任务1 汽车发动机的组成和工作原理



学习目的

发动机最早诞生在英国,又称为引擎(Engine),发动机的概念也源于英语,它的本义是指“产生动力的机械装置”。本任务的学习目的是对发动机的分类、结构和工作原理有一个初步的认识。



学习信息

1.1 发动机的功能

发动机是汽车的动力源,又常常被比喻为汽车的心脏,如图1-1所示。现代汽车大多使用往复式活塞式内燃机,通过在发动机气缸内部进行燃烧,把产生的热能转变成机械能。

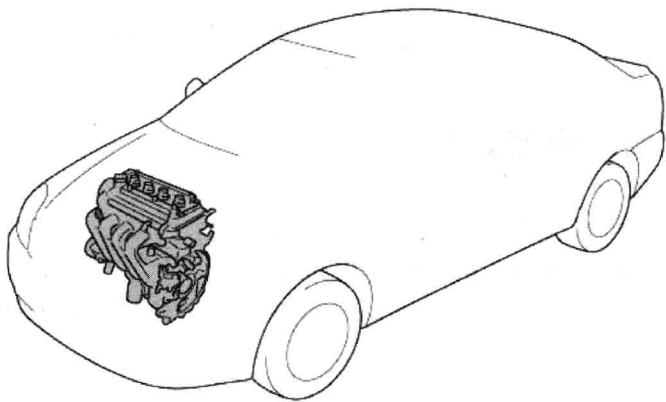


图1-1 发动机常被喻为汽车的心脏

一般说来,发动机有3种安装位置。在绝大多数车上,发动机安装在车辆前部,乘客舱前面(称为前置发动机,如图1-1所示)。前置发动机可以横向布置,也可以纵向布置。发动机的另一种安装位置是在车辆中部,乘客舱和后悬架之间,中置发动机通常是纵向布置的。发动机的第三种,也是使用最少的一种安装位置,是在车辆后部。

1.2 发动机的分类

按照所用燃料不同分类如下。

(1) 汽油发动机

汽油发动机使用汽油作为燃料,它具有体积小、转速高、功率大、重量轻的特点,被广泛应用于轿车、商用车和小型卡车上。汽油发动机常简称为汽油机。

（2）柴油发动机

柴油发动机使用轻柴油作为燃料。柴油机经济性能和排放性能都比汽油机好，但噪声和振动较大。在大客车和大型卡车经常使用柴油机，现在在一些轿车上也使用了柴油发动机。柴油发动机常简称为柴油机。

（3）气体燃料发动机

燃气发动机使用液化石油气（LPG）或压缩天然气（CNG）作为燃料。虽然燃气发动机输出功率低于汽油发动机，但经济性好，而且是一种比较清洁的燃料，因此被广泛地应用在出租车、公交客车上。

1.3 汽油发动机的工作原理

1. 汽油发动机的基本部件

发动机的基本部件是气缸、活塞、连杆和曲轴。气缸将可燃混合气封闭并使其在气缸中燃烧，活塞、连杆和曲轴一起工作将可燃气体燃烧爆炸产生的热能转化为曲轴的动能，如图 1-2 所示。

汽油发动机的基本部件如图 1-3 所示。气缸的顶部与缸盖密封在一起，活塞可以在气缸内部上下自由移动，连杆将活塞与曲轴连接在一起。这样当活塞上下运动时，曲轴做旋转运动。在曲轴的一端装有飞轮，使旋转运动更平稳均匀。

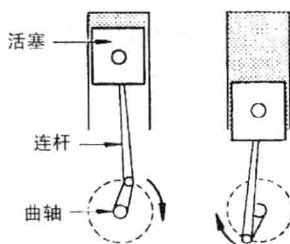


图 1-2 发动机的能量转换过程

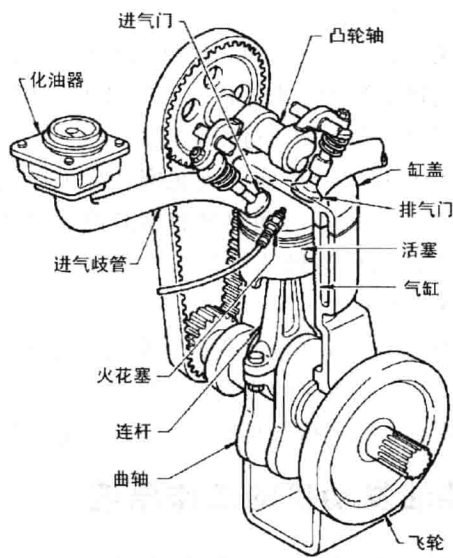


图 1-3 汽油发动机的基本部件

当活塞下行时空气流过化油器，和化油器中的汽油混合产生汽油-空气混合气（称为可燃混合气），然后可燃混合气通过进气歧管被吸入气缸。缸盖上装有进气门和排气门用来吸入可燃混合气和排出废气，并能够封闭气缸。火花塞用来点燃混合气。当可燃混合气在活塞顶部密封的燃烧室内燃烧时，气缸内部压力迅速增加，推动活塞下行，通过连杆带动曲轴转动。活塞在完成了下行运动后，在飞轮的惯性作用下又被连杆推向上行。

通过这种方式，使用汽油作燃料的往复式发动机将可燃混合气燃烧爆炸产生的活塞往复式运动转变为曲轴的旋转运动，作为发动机的动力来源。

2. 汽油发动机的工作原理

为了使发动机能够连续运转工作,各个过程必须反复进行。可燃混合气被吸入气缸;在气缸内被压缩;可燃混合气在燃烧室内快速燃烧,产生驱动力;燃烧产生的气体被排出燃烧室。进气—压缩—燃烧—排气这4个步骤形成了一个工作循环,并在发动机工作时不断重复,如图1-4所示。

在四行程发动机中,活塞完成4个行程(一个工作循环)需要曲轴旋转两圈。4个行程分别为进气行程、压缩行程、燃烧行程和排气行程,如图1-5所示。

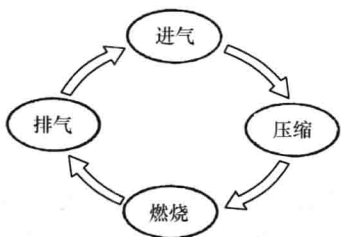


图 1-4 发动机的工作循环

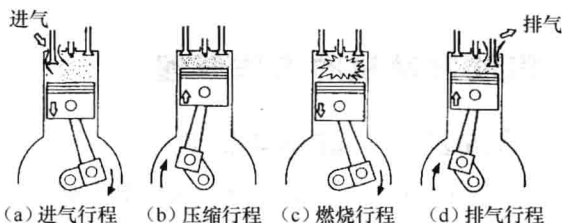


图 1-5 汽油发动机的4个行程

(1) 进气行程

当活塞开始下行时,进气门打开,排气门关闭。可燃混合气被吸入气缸燃烧室。

(2) 压缩行程

当活塞开始向上运行时,进气门和排气门都关闭,可燃混合气在密封的燃烧室内被压缩。可燃混合气被压缩到原来体积的 $1/7 \sim 1/11$, 压力和温度也同时升高。

(3) 燃烧行程(做功行程)

压缩行程将要结束前,火花塞产生的电火花将可燃混合气点燃,在密封的燃烧室内快速燃烧。气缸内的压力和温度急剧升高,气体膨胀推动活塞下行,带动曲轴旋转,对外输出动力。因此又称为做功行程。

(4) 排气行程

在活塞将要完成燃烧行程前,排气门打开,燃烧后的废气在自身压力的作用下排出气缸,活塞继续上行,将剩余的废气推出气缸。

当活塞将要完成排气行程时,下一个进气行程开始。

1.4 柴油发动机的工作原理

1. 柴油发动机的工作原理

1892年,鲁道夫·狄塞尔发明了柴油发动机。柴油机的热效率较高,具有燃料安全、油耗低、寿命长等优点,广泛应用在卡车、客车、船舶以及其他领域。与汽油发动机的工作原理相比,柴油发动机的进气行程和燃烧行程有所不同,如图1-6所示。

(1) 进气行程

柴油发动机在进气行程只有空气进入气缸,和汽油发动机吸入空气和汽油的混合气不同。

(2) 压缩行程

柴油发动机是靠压缩空气产生的热量点燃柴油的,因此必须将空气压缩到柴油能够点燃的温度,一般来说这个温度应达到 $400^{\circ}\text{C} \sim 500^{\circ}\text{C}$ 。因此,柴油发动机的压缩比比汽油发动机要大很多。