

国家中等职业教育改革发展示范学校建设系列成果

汽车发动机 构造与检修

QICHE FADONGJI
GOUZAO YU JIANXIU



主 编 向 华 杨 浩

副主编 张 媛 刘 军

主 审 李 虎



重庆大学出版社

<http://www.cqup.com.cn>

内容简介

本书是模块化系列教材之一,它借鉴现代先进的职业教学理念,突出“项目为载体,任务来驱动,活动以实施”的原则,强调学生在“学中做,做中学”,按照能力标准组织教学内容。本书共7个项目,25个学习任务,着重介绍了汽车发动机构造与检修的相关知识 with 技能。本书大量常用图表代替文字阐述,讲解清晰、由浅入深、学做并举、随学随练、随练随测。

本书可供中等职业学校汽车制造、维修、应用专业师生教学使用,也可供汽车使用、维修、检测技术人员参考。还可作为再就业、进城务工技能培训(初级工、中级工)的教材。

图书在版编目(CIP)数据

汽车发动机构造与检修/向华,杨浩主编. —重庆:重庆大学出版社,2015.3

国家中等职业教育改革发展示范学校建设系列成果
ISBN 978-7-5624-8833-0

I. ①汽… II. ①向…②杨… III. ①汽车—发动机—构造—中等专业学校—教材②汽车—发动机—车辆修理—中等专业学校—教材 IV. ①U472.43

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第025800号

汽车发动机构造与检修

主编 向华 杨浩

副主编 张媛 刘军

主审 李虎

策划编辑:鲁黎

责任编辑:文鹏 版式设计:鲁黎

责任校对:谢芳 责任印制:赵晟

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:邓晓益

社址:重庆市沙坪坝区大学城西路21号

邮编:401331

电话:(023) 88617190 88617185(中小学)

传真:(023) 88617186 88617166

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn (营销中心)

全国新华书店经销

自贡兴华印务有限公司印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:17 字数:424千

2015年3月第1版 2015年3月第1次印刷

印数:1—3 100

ISBN 978-7-5624-8833-0 定价:32.30元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换
版权所有,请勿擅自翻印和用本书
制作各类出版物及配套用书,违者必究

重庆市工贸高级技工学校
**汽车制造与检修专业教材编写
委员会名单**

主任 叶 干
副主任 张小林 刘 洁
委员 杨 浩 刘 军 许远清
 胡 梅 向 华
审稿 赵计平 刘 洁 李 虎

合作企业：

重庆长安汽车股份有限公司渝北汽车制造厂
重庆长安汽车股份有限公司汽车研究院
重庆长安铃木汽车有限公司
重庆长安福特汽车有限公司
上海大众公司(西南分公司)
深圳风向标科技有限公司
长安汽车国皓公司4S店

序 言

重庆市工贸高级技工学校实施国家中职示范校建设计划项目取得丰硕成果。在教材编写方面,更是量大质优。数控技术应用专业6门,汽车制造与检修专业4门,服装设计与工艺专业3门,电子技术应用专业3门,中职数学基础和职业核心能力培养教学设计等公共基础课2门,共计18门教材。

该校教材编写工作,旨在支撑体现工学结合、产教融合要求的人才培养模式改革,培养适应行业企业需要、能够可持续发展的技能型人才。编写的基本路径是,首先进行广泛的行业需求调研,开展典型工作任务与职业能力分析,建构课程体系,制定课程标准;其次,依据课程标准组织教材内容和进行教学活动设计,广泛听取行业企业、课程专家和学生意见;再次,基于新的教材进行课程教学资源建设。这样的教材编写,体现了职业教育人才培养的基本要求和教材建设的基本原则。教材的应用,对于提高人才培养的针对性和有效性必将发挥重要作用。

关于这些教材,我的基本判断是:

首先,课程设置符合实际,这里所说的实际,一是工作任务实际,二是职业能力实际,三是学生实际。因为他们是根据工作任务与职业能力分析的结果建构的课程体系。这是非常重要的,惟有如此,才能培养合格的职业人。

其二,教材编写体现六性。一是思想性,体现了立德树人的要求,能够给予学生正能量。二是科学性,课程目标、内容和活动设计符合职业教育人才培养的基本规律,体现了能力本位和学生中心。三是时代性,教材的目标和内容跟进了行业企业发展的步伐,新理念、新知识、新技术、新规范等都有所体现。四是工具性,教材具有思想品德教育功能、人类经验传承功能、学生心理结构构建功能、学习兴趣动机发展功能等。五是可读性,多数教材的内容具有直观性、具体性、概况性、识记性和迁移性等。六是艺术性,这在教材的版式设计、装帧设计、印刷质量、装帧质量等方面都得到体现。

其三,教师能力得到提升。在示范校建设期间,尤其在教材编写中,诸多教师为此付出了宝贵的智慧、大量的心血,他们的人生价值、教师使命得以彰显。不仅学校不会忘记他们,一批又一批使用教材的学生更会感激他们。我为他们感到骄傲,并向他们致以敬意。

重庆市教科院职成教研究所 谭绍华
2015年3月5日

前言

为了适应企业与市场对汽车制造与检修人才的需求,走“校企融合,工学结合”的道路,配合学校进行国家中等职业教育改革发展示范校项目建设,突出“校企双元,德技双修”的汽车专业人才培养特色,重庆市工贸高级技工学校组织一批汽车行业的专家、学者及一线教师,通过行业调研、典型任务分析、课程标准制定,认真编写了《汽车发机构造与检修》教材。

本书借鉴现代先进的职业教学理念,突出“项目为载体,任务来驱动,活动以实施”的原则,本着“实用、适用、先进”的编写思想,结合“通俗、简要、操作”的编写风格,着力培养企业要求的,能够直接从事实际工作并解决具体问题,具有良好职业素养的汽车制造与检修人才。

本书共分7个项目,23个学习任务,参考学时130学时。内容包括汽车发动机的各个机构、系统的基本构造及工作原理,并同时介绍了发动机各个机构、系统的检修方法,是一本理实一体化教材。其教学目的是:使学习者通过学习,能够识别汽车发动机各机构、系统的部件及构成;理解它们的工作原理,并能够进行各系统的维护与检修,能够进行发动机的故障诊断与排除;使用与维护及汽车发动机总装、调试及磨合与试验等方面的技能;能够知道汽车发动机燃油、润滑油及防冻液的性能与选用和正确的使用与维护,汽车发动机检修中常用工具、设备、仪器及仪表等方面的相关知识和技能。

本书取材广泛,内容新颖,图文并茂。符合现代汽车检修行业发展方向。学习项目由浅入深展开,每个项目选自发机构造与检修中最具代表性的科目。每个学习任务有任务目标、任务描述、知识准备、任务实施、任务检测、评价与反馈等环节。实际教学中,教师与学生可以充分利用现代化的教学资源,选择灵活的开放式教学活动和丰富多样的教学手段,以达到教学目的;实际教学中,学生还可以通过小组讨论、现场

模拟、案例分析、声像教学、互动式、叙述式等方法进行教学活动;实际教学中,注意知识与技能并重,通过各种形式的技能鉴定方法,使学习者达到能力标准的要求。这充分体现了“以学习者为中心”的现代职业教育思想。

本书可以作为中等职业学校汽车检修相关专业教学的师生用书,也可作为汽车检修相关企业员工的专业培训教材,还可作为下岗职工、农民工技能培训的教材;同时可作为专业自学习者的学习用书。

本书由重庆市工贸高级技工学校向华、杨浩担任主编,张媛、刘军担任副主编,参编的人员还有刘家鸣、杨平、高进、胡梅、刘元洪等。其中,项目1、项目4由向华编写,项目3、项目6由张媛、胡梅编写,项目2、项目7由向华、杨浩、刘家鸣、刘军编写,项目5由张媛、杨平、高进、刘元洪编写。全书由长安汽车股份有限公司副教授、一级技能师李虎审稿。

由于编者水平有限,书中不妥之处难免有之,恳请读者和专家批评指正。

编者
2014年12月

目 录

项目 1	认识汽车发动机	1
任务 1.1	发动机总体认识	1
任务 1.2	发动机构造与工作原理	10
项目 2	曲柄连杆机构的构造与检修	20
任务 2.1	认识曲柄连杆机构	20
任务 2.2	曲柄连杆机构的拆装	27
任务 2.3	机体组的构造与检修	34
任务 2.4	活塞连杆组的构造与检修	44
任务 2.5	曲轴飞轮组的构造与检修	55
项目 3	配气机构的构造与维修	65
任务 3.1	配气机构的结构与原理	65
任务 3.2	气门组的拆装及零件识别	77
任务 3.3	气门组主要零部件检修	88
任务 3.4	气门传动组的拆装及零件识别	101
任务 3.5	气门传动组主要零部件检修	113
任务 3.6	气门间隙的调整	124
项目 4	汽油机燃料系构造与检修	132
任务 4.1	认识汽油机燃料供给系	132
任务 4.2	汽油机电喷系统构造与检修	139
任务 4.3	发动机排放控制系统拆装与维护	154
任务 4.4	燃油系统维护	166
任务 4.5	认识车载故障诊断系统	176
任务 4.6	电控燃油喷射系统的故障诊断	187

项目 5	冷却系的构造与检修	202
任务 5.1	冷却系构造与零件识别	202
任务 5.2	冷却系的维护与检修	213
项目 6	润滑系的构造与检修	220
任务 6.1	润滑系结构与拆装	220
任务 6.2	润滑系维护与检修	233
项目 7	发动机的总装、磨合与竣工验收	243
任务 7.1	发动机的总装	243
任务 7.2	发动机的磨合与验收	252
参考文献	261

项目 **I**

认识汽车发动机

任务 1.1 发动机总体认识

【任务目标】

目标类型	目标要求
1. 认知目标	(1) 知道发动机的组成及作用； (2) 知道发动机燃油、润滑油及防冻液的性能及相关知识； (3) 知道发动机各主要总成的名称及作用； (4) 知道发动机的主要性能指标与意义。
2. 技能目标	(1) 能够进行安全操作,具有安全生产意识； (2) 能够正确使用常用的维修工具、设备、仪器和仪表； (3) 能够正确识别发动机型号。
3. 情感目标	(1) 养成主动学习的习惯； (2) 培养“5S”/“EHS”意识。

【任务描述】

发动机是汽车的**心脏**,也是汽车行驶的动力来源。发动机性能的好坏决定了汽车的动力性。目前,汽车上使用的发动机大多数是往复式内燃机,它是将燃料的化学能转变为机械能的一种动力装置。

通过本任务的学习,知道汽车发动机的功能、基本组成,认识汽车发动机分类、型号、性能指标及其发动机排放与控制。

【知识准备】

发动机的结构形式多种多样,具体构造千差万别,而目前汽车上使用的发动机大多数是往复活塞式内燃机。现代汽车发动机是一部由许多机构和系统组成的复杂机器。因为基本工作原理相同,所以,其基本结构也就大同小异。如今,最广泛使用的是采用汽油和柴油作为燃料的往复活塞式发动机,即汽油机与柴油机两类。

汽油机通常由曲柄连杆机构、配气两大机构和燃料供给系、润滑系、冷却系、点火系、启动系五大系统组成;柴油机通常由曲柄连杆机构、配气机构和燃料供给系、润滑系、冷却系四大系统组成。汽油机和柴油机的结构如图 1.1.1 至图 1.1.4 所示。

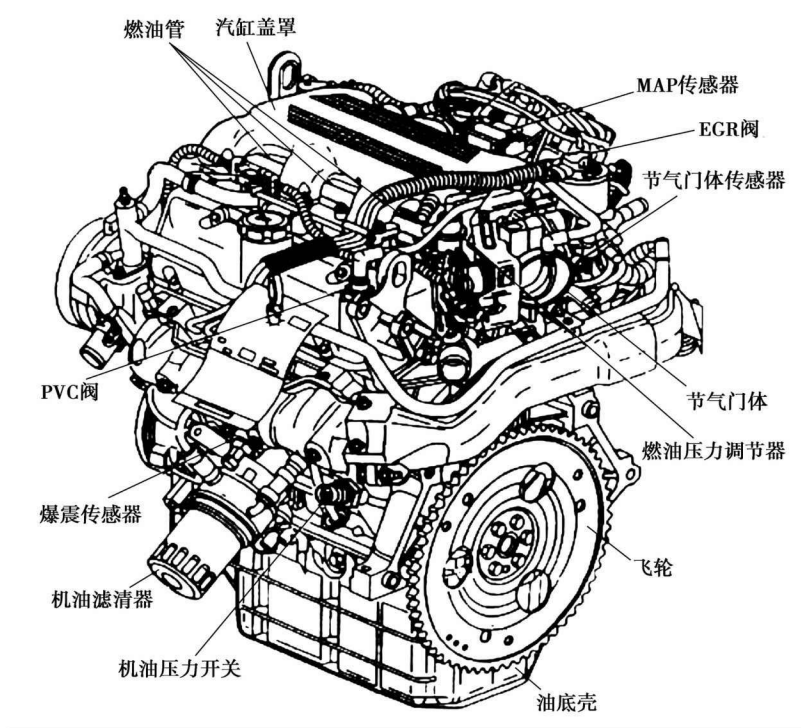


图 1.1.1 汽车发动机

1.1.1 发动机的基本构造

(1) 曲柄连杆机构

曲柄连杆机构是由机体组、活塞连杆组和曲轴飞轮组三部分组成,其作用是将燃料燃烧所产生的热能,经由活塞的直线往复运动转变为曲轴的旋转运动通过飞轮对外输出动力。发动机机体组是发动机各个机构、各个系统和一些其他部件的安装基础,并且还是曲柄连杆机构、配气机构、燃料供给系、冷却系和润滑系的装配基体。

(2) 配气机构

配气机构由气门组与气门传动组构成。其主要零件有进气门、排气门、气门弹簧、挺杆、凸轮轴和正时齿轮等。其作用是按照发动机的工作循环和点火顺序,定时打开与关闭各个

汽缸的进、排气门,将新鲜气体及时充入汽缸,并使燃烧产生的废气及时排出。

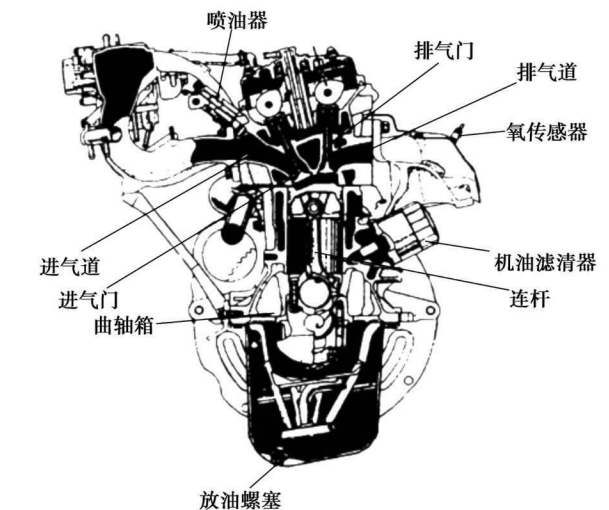


图 1.1.2 丰田 4E-FE 型四气门汽油喷射式发动机横剖图



图 1.1.3 宝马汽车汽油机纵剖面



图 1.1.4 大众汽车发动机

(3) 燃料供给系

汽油机燃料供给系和柴油机燃料供给系由于使用燃料和燃烧过程不同,在结构上有很大的区别。汽油燃料供给系又分化油器式和燃油直接喷射式两种。汽油机燃料供给系的作用是不断输送清洁的汽油和空气,根据发动机不同的工况要求,形成一定数量和浓度的可燃混合气,送入汽缸进行燃烧,并将废气排出发动机。

(4) 冷却系

冷却系有水冷式和风冷式两种,现代汽车发动机一般都采用水冷式。水冷式冷却系由水泵、散热器、风扇、分水管、节温器和水套(在机体内)等组成,其作用是利用冷却液的流动来冷却高温零件,并通过散热器将热量散发到大气中去,从而保证发动机在正常温度状态下工作。

(5) 润滑系

润滑系由机油泵、润滑油道、集滤器、机油滤清器、限压阀、油底壳等组成。其作用是将润滑油分别送至各个摩擦零件的摩擦面,以减小摩擦力,减缓机件磨损,并清洗、冷却或者密封摩擦表面,从而延长发动机的使用寿命。

(6) 点火系

汽油机是点燃式发动机,它要求在压缩行程接近终了前准时、可靠地点燃可燃混合气。而现代发动机转速高、负荷变化大、压缩比增加,排放要求严格,这就给汽油的可靠点燃带来了新的困难。因此,现代汽车发动机普遍采用电子点火系统,并结合废气再循环与稀薄燃烧技术,使发动机在各种复杂工况下都能以最佳点火提前角准时点火。

(7) 启动系

发动机是靠外力驱动才开始工作的。启动系的作用就是按照发动机的要求,提供一定的转矩,使发动机达到规定的转速,顺利完成启动过程。启动系由蓄电池、启动机、启动继电器、点火开关、安全开关(有的汽车采用)、低温预热启动装置等组成。

1.1.2 发动机的主要性能指标和特性

一般来说,评价发动机工作性能的指标有指示指标和有效指标。

(1) 有效耗油率 g_e

它是有效经济性指标。它是指发动机每发出 1 kW 的有效功率,在 1 h 内所消耗的燃油克数。

$$g_e = \frac{G_T}{P_e} \times 10^3$$

(2) 有效转矩 M_e 和有效功率 P_e

M_e 和 P_e 是有效动力性指标,用来衡量发动机动力性的大小。

$$M_e = \frac{60 \times 1\,000 P_e}{2\pi n} = \frac{9\,500 P_e}{n}$$

(3) 发动机的特性

发动机的特性是指发动机的有效性能指标随调整情况和使用工况而变化的关系,通常用曲线来表示它们之间的关系,这条曲线被称为特性曲线。

通过对特性曲线的分析,可以评价发动机在不同工况下的动力性、经济性及其他运转性能,为合理选择、有效利用发动机以及评价发动机维修后质量好坏提供依据。这里介绍应用较多的发动机速度特性和负荷特性。

发动机速度特性是指节气门开度(或喷油泵供油拉杆位置)一定的条件下,发动机的有效功率 P_e 、有效转矩 M_e 、有效耗油率 g_e 随发动机转速变化的规律。节气门开度最大时(或喷油泵供油拉杆在标定功率的循环供油量位置时)测得的速度特性,称为外特性;部分开度时(或喷油泵供油拉杆所处位置供油量小于标定功率的循环供油量位置时)测得的速度特性,称为部分特性。

汽油机外特性曲线分析如图 1.1.5 所示。

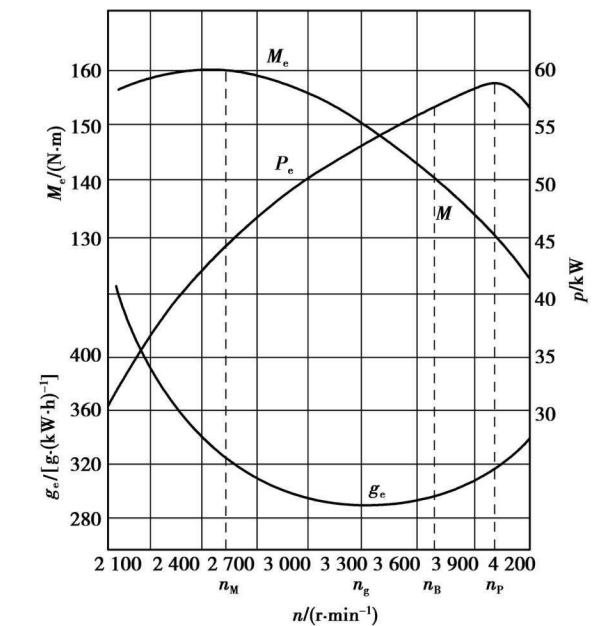


图 1.1.5 BJ 492 汽油机外特性

发动机外特性曲线分析如图 1.1.6 所示。

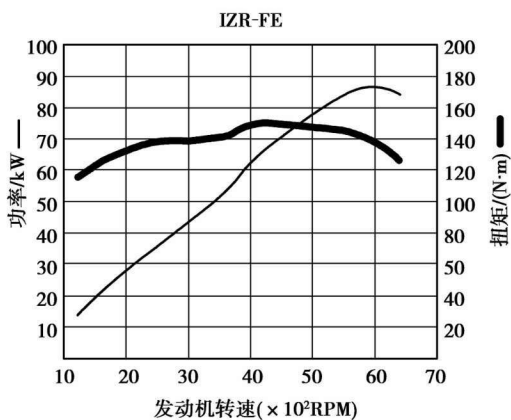


图 1.1.6 发动机转速、功率、扭矩图

发动机负荷特性是指在发动机转速一定时,逐渐改变节气门开度(或改变喷油泵供油拉杆位置),发动机每小时耗油量 GT 、有效耗油率 g_e 、随有效功率 P_e (或有效转矩 M_e) 变化而变化的关系。负荷特性可用来评定不同转速及不同负荷下发动机的经济性。

1.1.3 识读发动机型号

(1) 发动机型号的意义

发动机型号由 4 部分组成,各部分所代表的意义见表 1.1.1。常见国产发动机型号及意义见表 1.1.2。

表 1.1.1 发动机型号的意义

首部	中部			后部		尾部	
系列代号 换代标志 地方、企业代号	汽缸 代号	汽缸布 置形式	行程 代号	汽缸 尺寸	结构特 征代号	用途特 征代号	区 分 符 号
CA:一汽 EQ:二汽 SC:长安 CAF:长安福特	用数 字表示	无符号: 多缸直列 及单缸 V:V形 P:平卧形	无符号: 四冲程 E: 二冲程	mm 表示	无代号: 水冷 F:风冷 Z:增压	无代号: 通用型 Q:汽车用 T:拖拉机用 M:摩托车用	

(2) 常见国产发动机型号及其意义

表 1.1.2 常见国产发动机型号及其意义

发动机型号	代表的意义
1E65E	单缸、二冲程、缸径 65 mm、风冷、通用型汽油机。
EQ6100	六缸、四冲程、缸径 100 mm、水冷、车用型汽油机、二汽生产。
TJ376Q	三缸、四冲程、缸径 76 mm、水冷、车用型汽油机、天汽生产。
JL474Q	四缸、四冲程、缸径 74 mm、水冷、车用型汽油机、长安汽车公司生产。
12V135ZG	12 缸、V 型、四冲程、缸径 135 mm、水冷、增压、工程机械用。
YC 6105	六缸、四冲程、缸径 105 mm、水冷、通用型柴油机、广西玉柴厂生产。

1.1.4 发动机排放与控制

通常,汽车发动机排放物主要是指从废气中排出的 CO(一氧化碳)、HC(碳氢化合物)、NO_x(氮氧化物)和 PM(微粒、碳烟)等有害气体。它们都是发动机在燃烧做功过程中产生的有害气体。这些有害物质对人与环境造成极大的危害。随着全球气候变暖以及我国许多地区雾霾天气的日益严重,人们开始重视汽车尾气排放的控制,以保护环境。

目前,世界各国及各个汽车厂家都在不断改进发动机及其燃料,以提高发动机的燃烧效率,减少汽车尾气对大气的污染。而提高汽车尾气排放标准就是一个强制性的方法。欧洲与美国在 20 世纪 90 年代制定了汽车尾气排放的强制标准。我国的强制国家标准基本参照欧洲标准执行。2014 年 1 月 1 日起我国开始供应符合国四排放标准的汽油,严格执行国四排放标准,计划在 2018 年执行国六排放标准。当然,新能源汽车的发展是未来汽车发动机的希望与方向,而汽车尾气零排放与废旧汽车的回收利用则是未来汽车发展的最终目标。

【任务实施】

(1)准备工作

1)工具设备和材料

课件、发动机及翻转架、组合工具、工具车、零件摆放台、机油滤清器拆装钳、计算机等上网设备。

2)安全防护用品

标准作业装。

(2)信息收集

发动机型号：_____，发动机编号：_____。

(3)各小组拆卸并观察发动机外部识别发动机主要零件，并完成表 1.1.3 的填写。

表 1.1.3 发动机主要零件识别

序号	零件名称	用途
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		

(4)各小组成员通过交流，完成表 1.1.4 的填写。

表 1.1.4 国产发动机型号及其意义

发动机型号	代表的意义
CA6102	
JL462Q	
CA488	
TC6105QC	
8V100	
165F	

(5)各小组成员通过教室上网设备,查阅各种品牌汽车发动机,比较其特点,各派一名代表上台叙述。

【任务检测】

一、填空题

1. 汽车上使用的发动机大多数为_____式内燃机。它是将燃料的_____转变为机械能的动力装置。
2. 汽油机通常由_____机构、_____机构和燃料供给、_____、_____、_____、_____五大系统组成。
3. 在内燃机工作的过程中,膨胀过程是主要过程,它将燃料的_____转变为_____,并通过_____输出动力。
4. 发动机的动力性指标主要有_____、_____和_____等;经济性指标主要有_____。
5. 曲柄连杆机构由_____、_____和_____三部分组成,其作用是将燃料燃烧所产生的_____,经机构由活塞的直线往复运动转变为曲轴旋转运动而对外输出动力。
6. 配气机构的作用是使新鲜气体及时充入_____,并使燃烧产生的_____及时排出汽缸。
7. 冷却系的作用是利用冷却水冷却高温零件,并通过_____将热量散发到大气中去,从而保证发动机在_____温度状态工作。
8. 评价发动机工作性能的指标有_____和_____。
9. 绿色汽车要求改进汽车_____,废旧汽车能够_____,实现汽车尾气_____。

二、判断题

1. 发动机是汽车的“心脏”,也是汽车行驶的动力来源。 ()
2. 内燃机是利用燃料对某一工质加热或者冷却,利用该工质吸收热量产生的高温、高压推动机械装置做功。 ()
3. 汽油机通常由曲柄连杆、配气两大机构和燃料供给、润滑、冷却、点火、启动五大系统组成。 ()
4. 润滑系由机油泵、润滑油道、集滤器、机油滤清器、限压阀、油底壳等组成。 ()
5. 点火系的作用是不按一定时刻向汽缸内提供电火花以点燃缸内的可燃混合气体。 ()

6. 柴油机启动系的作用是带动飞轮旋转以获得必要的动能和启动转速,使静止的发动机启动并转入自行运转状态。 ()

7. 发动机单位时间的耗油量越大,燃料经济性越差。 ()

8. 汽车发动机排放物是指从废气中排出的 CO(一氧化碳)、HC(碳氢化合物)、NO_x(氮氧化物)和 PM(微粒、碳烟)等有害或者无害气体。 ()

9. 纯电动汽车能够实现汽车尾气零排放。 ()

【评价与反馈】

班级:

姓名:

指导教师:

序号	考核项目	配分	考核内容	配分	考核标准	得分
1	出勤/纪律	5	出勤	2	违规一次不得分	
			行为规范	3	违规一次不得分	
2	安全/防护/ 环保	20	着装	4	违规一次不得分	
			个人防护	4	违规一次不得分	
			“5S”/“EHS”	4	违规一次不得分	
			设备使用安全	4	违规一次不得分	
			操作安全	4	违规一次不得分	
3	知识水平	20	知识测验成绩	20	测验成绩的 20% 计	
4	技能考核	40	技能测验成绩	40	测验成绩的 40% 计	
5	学习能力	10	工单填写,工艺计划制订	4	未做不得分	
			组内活动情况	4	酌情扣 1~4 分	
			资料查阅和收集	2	未做不得分	
6	任务拓展	5	知识拓展	2	未做不得分	
			技能拓展	3	未做不得分	
7	总分	100				