



21世纪全国高等院校汽车类**创新型**应用人才培养规划教材

汽车构造学习指导与习题详解

肖生发 主 编

- ✓ 国家级精品课程辅助教学资料
- ✓ 知识体系完整，内容全面且新颖
- ✓ 学习指导精练，习题形式丰富多样



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

21 世纪全国高等院校汽车类创新型应用人才培养规划教材

汽车构造学习指导与习题详解

主 编 肖生发
副主编 周红妮 邓召文



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书是与北京大学出版社出版、肖生发主编的《汽车构造(第2版)》配套使用的系列教材,也是一本独立的学习汽车结构的参考书。

本书体系完整,内容全面且新颖,学习指导总结概括精练,习题形式丰富多样。

本书既可作为教师授课的参考书,又可作为本科和大专学生的辅导与练习读物,还可以作为编制试卷的试题库,以及汽车爱好者自学、自测的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

汽车构造学习指导与习题详解/肖生发主编. —北京:北京大学出版社, 2013. 2

(21 世纪全国高等院校汽车类创新型应用人才培养规划教材)

ISBN 978-7-301-22066-5

I. ①汽… II. ①肖… III. ①汽车—构造—高等学校—教学参考资料 IV. ①U463

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 022503 号

书 名: 汽车构造学习指导与习题详解

著作责任者: 肖生发 主编

策 划 编 辑: 童君鑫

责 任 编 辑: 童君鑫 黄红珍

标 准 书 号: ISBN 978-7-301-22066-5/TH·0334

出 版 发 行: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路 205 号 100871

网 址: <http://www.pup.cn> 新浪官方微博: @北京大学出版社

电 子 信 箱: pup_6@163.com

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667 出版部 62754962

印 刷 者: 北京世知印务有限公司

经 销 者: 新华书店

787 毫米×1092 毫米 16 开本 11.5 印张 261 千字

2013 年 2 月第 1 版 2013 年 2 月第 1 次印刷

定 价: 26.00 元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究

举报电话: 010-62752024 电子信箱: fd@pup.pku.edu.cn

前 言

学习《汽车构造》，通过大量的练习来理解和消化课程内容是了解和掌握汽车结构基本概念和相关知识的重要途径。在多年的教学实践中，编者深感教师和学生需要一本包括学习指导以及习题集的教学参考书；同时，由湖北汽车工业学院创建的《汽车构造》国家精品课程也需要增加更多的辅助教学资料。由此，为满足师生们教与学的要求以及丰富国家精品课程内容的需要，结合编者多年一线教学经验，精心编写了这本《汽车构造学习指导与习题详解》。

本书内容包括绪论，汽车发动机的基本知识，曲柄连杆机构，配气机构，化油器式汽油机供给系统，电控汽油喷射系统，柴油机燃料供给系统，电控柴油喷射系统，进、排气系统及排气净化装置，冷却系统与润滑系统，点火系统与起动系统，汽车底盘的基本知识，离合器，变速器与分动器，自动变速器，万向传动装置，驱动桥，车架、车桥和车轮，悬架，汽车转向系统，汽车制动系统，新能源汽车。每章都由学习指导和习题与习题详解两部分构成。学习指导部分包括本章基本内容与要点，名词术语，分类、组成及基本工作原理等。

本书是与北京大学出版社出版、肖生发主编的《汽车构造(第2版)》配套使用的系列教材，也是一本独立的学习汽车结构的参考书。本书体系完整，内容全面且新颖，学习指导总结概括精练，习题形式丰富多样。本书既可作为教师授课的参考书，又可作为本科和大专学生的辅导与练习读物，还可以作为编制试卷的试题库，以及汽车爱好者自学、自测的参考用书。

本书由湖北汽车工业学院肖生发教授任主编，周红妮、邓召文任副主编，康元春、高伟、王金虎、赵慧勇参加编写。在本书编写过程中，得到了湖北汽车工业学院教务处和汽车工程系的大力支持，谨此致谢。

由于编者水平所限，加之时间仓促，望广大读者对书中不足之处批评指正。

编 者

2012年11月

目 录

绪论	1
----------	---

0.1 学习指导	1
0.1.1 本章基本内容与要点	1
0.1.2 名词术语	2
0.1.3 分类、组成	2
0.2 习题与习题详解	3
0.2.1 本章习题	3
0.2.2 习题详解	3

第1章 汽车发动机的基本知识	5
----------------------	---

1.1 学习指导	5
1.1.1 本章基本内容与要点	5
1.1.2 名词术语	6
1.1.3 分类、组成及基本工作 原理	7
1.2 习题与习题详解	8
1.2.1 本章习题	8
1.2.2 习题详解	10

第2章 曲柄连杆机构	14
------------------	----

2.1 学习指导	14
2.1.1 本章基本内容与要点	14
2.1.2 名词术语	14
2.1.3 分类、组成及基本工作 原理	15
2.2 习题与习题详解	17
2.2.1 本章习题	17
2.2.2 习题详解	20

第3章 配气机构	24
----------------	----

3.1 学习指导	24
3.1.1 本章基本内容与要点	24
3.1.2 名词术语	24

3.1.3 分类、组成及基本工作 原理	24
------------------------------	----

3.2 习题与习题详解	27
3.2.1 本章习题	27
3.2.2 习题详解	30

第4章 化油器式汽油机供给系统	33
-----------------------	----

4.1 学习指导	33
4.1.1 本章基本内容与要点	33
4.1.2 名词术语	33
4.1.3 分类、组成及基本工作 原理	34
4.2 习题与习题详解	35
4.2.1 本章习题	35
4.2.2 习题详解	38

第5章 电控汽油喷射系统	42
--------------------	----

5.1 学习指导	42
5.1.1 本章基本内容与要点	42
5.1.2 名词术语	42
5.1.3 分类、组成及基本工作 原理	42
5.2 习题与习题详解	45
5.2.1 本章习题	45
5.2.2 习题详解	48

第6章 柴油机燃料供给系统	52
---------------------	----

6.1 学习指导	52
6.1.1 本章基本内容与要点	52
6.1.2 名词术语	52
6.1.3 分类、组成及基本工作 原理	52
6.2 习题与习题详解	54
6.2.1 本章习题	54
6.2.2 习题详解	58



第7章 电控柴油喷射系统 61

7.1 学习指导 61

7.1.1 本章基本内容与要点 61

7.1.2 名词术语 61

7.1.3 分类、组成及基本工作 原理 61

7.2 习题与习题详解 63

7.2.1 本章习题 63

7.2.2 习题详解 64

第8章 进、排气系统及排气净化 装置 66

8.1 学习指导 66

8.1.1 本章基本内容与要点 66

8.1.2 名词术语 66

8.1.3 分类、组成及基本工作 原理 67

8.2 习题与习题详解 68

8.2.1 本章习题 68

8.2.2 习题详解 69

第9章 冷却系统与润滑系统 71

9.1 学习指导 71

9.1.1 本章基本内容与要点 71

9.1.2 名词术语 71

9.1.3 分类、组成及基本工作 原理 71

9.2 习题与习题详解 73

9.2.1 本章习题 73

9.2.2 习题详解 75

第10章 点火系统与起动系统 78

10.1 学习指导 78

10.1.1 本章基本内容与要点 78

10.1.2 名词术语 78

10.1.3 分类、组成及基本工作 原理 78

10.2 习题与习题详解 80

10.2.1 本章习题 80

10.2.2 习题详解 83

第11章 汽车底盘的基本知识 87

11.1 学习指导 87

11.1.1 本章基本内容与要点 87

11.1.2 名词术语 87

11.1.3 分类、组成及基本工作 原理 88

11.2 习题与习题详解 89

11.2.1 本章习题 89

11.2.2 习题详解 90

第12章 离合器 93

12.1 学习指导 93

12.1.1 本章基本内容与要点 93

12.1.2 名词术语 93

12.1.3 分类、组成及基本工作 原理 94

12.2 习题与习题详解 95

12.2.1 本章习题 95

12.2.2 习题详解 97

第13章 变速器与分动器 100

13.1 学习指导 100

13.1.1 本章基本内容与要点 100

13.1.2 名词术语 100

13.1.3 分类、组成及基本工作 原理 101

13.2 习题与习题详解 102

13.2.1 本章习题 102

13.2.2 习题详解 104

第14章 自动变速器 107

14.1 学习指导 107

14.1.1 本章基本内容与要点 107

14.1.2 名词术语 107

14.1.3 分类、组成及基本工作 原理 107

14.2 习题与习题详解 109

14.2.1 本章习题	109	18.1.2 名词术语	140
14.2.2 习题详解	110	18.1.3 分类、组成及基本工作 原理	141
第 15 章 万向传动装置	112	18.2 习题与习题详解	142
15.1 学习指导	112	18.2.1 本章习题	142
15.1.1 本章基本内容与要点 ...	112	18.2.2 习题详解	144
15.1.2 名词术语	112	第 19 章 汽车转向系统	148
15.1.3 分类、组成及基本工作 原理	112	19.1 学习指导	148
15.2 习题与习题详解	114	19.1.1 本章基本内容与要点 ...	148
15.2.1 本章习题	114	19.1.2 名词术语	148
15.2.2 习题详解	117	19.1.3 分类、组成及基本工作 原理	148
第 16 章 驱动桥	120	19.2 习题与习题详解	150
16.1 学习指导	120	19.2.1 本章习题	150
16.1.1 本章基本内容与要点 ...	120	19.2.2 习题详解	153
16.1.2 名词术语	120	第 20 章 汽车制动系统	156
16.1.3 分类、组成及基本工作 原理	121	20.1 学习指导	156
16.2 习题与习题详解	123	20.1.1 本章基本内容与要点 ...	156
16.2.1 本章习题	123	20.1.2 名词术语	156
16.2.2 习题详解	126	20.1.3 分类、组成及基本工作 原理	156
第 17 章 车架、车桥和车轮	130	20.2 习题与习题详解	158
17.1 学习指导	130	20.2.1 本章习题	158
17.1.1 本章基本内容与要点 ...	130	20.2.2 习题详解	161
17.1.2 名词术语	130	第 21 章 新能源汽车	164
17.1.3 分类、组成及基本工作 原理	131	21.1 学习指导	164
17.2 习题与习题详解	133	21.1.1 本章基本内容与要点 ...	164
17.2.1 本章习题	133	21.1.2 名词术语	164
17.2.2 习题详解	136	21.1.3 分类、组成及基本工作 原理	165
第 18 章 悬架	140	21.2 习题与习题详解	166
18.1 学习指导	140	21.2.1 本章习题	166
18.1.1 本章基本内容与要点 ...	140	21.2.2 习题详解	169



绪 论

0.1 学习指导

0.1.1 本章基本内容与要点

1. 汽车发展简史

随着德国工程师卡尔·本茨发明了第一辆煤气发动机三轮汽车，内燃机汽车风靡全球 100 余年。由于科技的进步，汽车的发展经历蒸汽汽车时代，内燃机汽车时代。内燃机汽车一统天下的时代，正在走向新能源汽车崭露头角的时代。同时，内燃机汽车的车身结构、材料以及动力性、经济性、舒适性、可靠性能等均得到极大的提高，带动了机械、电子、液压传动、计算机信息科学等相关学科及设计理论的急速发展，为汽车安全、节能、环保及新能源汽车的发展提供了丰富的技术与经验基础。

因第一辆内燃机汽车的问世，奔驰、戴姆勒等汽车公司迅速出现，形成了 19 世纪以德国和法国为中心的欧洲汽车生产基地。随着福特 T 型车的问世和流水线生产流程的发明，汽车走进了普通民众家庭，带动了相关产业的发展，使得美国在 20 世纪初取代欧洲成为世界汽车工业的中心。20 世纪 60 年代，日本的汽车公司对福特汽车公司流水线经验的吸收和改进，发明了独具特色的丰田管理理念，使得日本汽车工业迅速赶超欧美成为世界级汽车产业中心。现今，汽车产业已进入全球化时代。

2. 汽车的定义、分类及车辆识别代号

汽车的定义不尽相同，德国、日本、美国等根据国情和国家特色定义自己的汽车概念，中国在 GB/T 3730.1—2001《汽车和挂车类型的术语和定义》中给出了汽车定义。根据实现的功能，我国汽车由四部分组成，即产生动力的发动机，乘坐驾驶员、装载货物的车身，支撑车身、接受发动机动力、保证汽车正常行驶的底盘，以及用于起动汽车、产生灯光等信号的电气设备。

根据汽车的用途、能源类型等不同，有不同的汽车分类方法。中国在 2001 年颁布的 GB/T 3730.1—2001《汽车和挂车类型的术语和定义》中，将汽车分为乘用车和商用车两大类。乘用车主要包括 9 座的轿车、越野车等，商用车主要包括货车、客车、半挂牵引车等。

在 GB/T 3730.1—1988 中，制定了汽车产品型号规则，由企业名称代号、汽车类型代号、主参数代号、产品序号、企业自定义代号组成。此外，原机械工业部在 1997 年颁布了车辆识别代号 VIN，该代号由 17 位字母数字组成编码，包括车辆的制造厂家、生产



年代、车型、车身形式、发动机及其他信息。

0.1.2 名词术语

1. 汽车

汽车是由动力驱动，具有四个或四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；特殊用途。

2. 乘用车

主要用于运载人员及其行李或(偶尔)运载物品，包括驾驶员在内，最多为 9 座的汽车。

3. 商用车

在设计和技术特征上是用于运送人员和货物的汽车。

4. VIN

VIN 是英文 Vehicle Identification Number(车辆识别代号)的缩写，由 17 位字符组成，包括车辆的生产厂家、生产年代、车型、车身形式及代码、发动机代码及其他信息。

0.1.3 分类、组成

1. 汽车的分类

根据动力装置的不同，汽车可分为内燃机汽车、电动汽车等。根据行驶道路条件的不同可分为非公路车辆、公路车辆；根据行驶机构的不同可分为轮式车辆、履带车辆等。根据用途不同分为：普通运输车辆(轿车、客车、货车等)，专用车辆(运输型如运钞车、作业型如吊车)，特殊用途车辆(娱乐车辆、竞赛车辆)三类。按照国家分类标准，轿车按排量不同可分为微型、普通型、中级、高级等类型；客车按长度的不同可分为微型、中型、大型、超大型等类型；货车按总吨位不同可分为轻型、中型、重型等类型。新的国家标准将不超过 9 座的汽车定为乘用车，乘用车主要包括轿车、越野轿车等。将其他车辆如客车、货车、挂车等归于商用车。

2. 汽车产品型号编号

汽车产品型号按顺序由企业名称代号、汽车类型代号(不是大类别)、主参数代号、产品序号、企业自定义代号组成。企业名称代号一般由拼音字母组成，如东风为 EQ，一汽为 CA；汽车类型代号根据汽车的小类进行定义，为阿拉伯数字，定义货车、越野车、自卸车、牵引车、专用车、客车、轿车和半挂车及专用半挂车的代号分别为 1、2、3、4、5、6、7、9。主参数代号用两位阿拉伯数字表示，货车、越野车、牵引车等汽车的主参数代号为汽车总质量(单位：t)；客车的主参数为总长度(单位：m)，长度小于 10m 时，可以取值到小数点后一位，并乘以 10；轿车的主参数为发动机排量，取值到小数点后一位，并乘以 10。产品序号为一位阿拉伯数字，当车型改进且主参数变化小于 10% 时，产品序号增 1。企业自定义代号用汉语拼音或阿拉伯数字表示，一般说明该车型区别其他车型的配置。



汽车 VIN 是汽车身份证,是由 17 位字母数字组成的编码,包括车辆的制造厂家、生产年代、车型、车身形式、发动机及其他设备的信息。一般由三部分组成:世界制造厂识别代号、车辆类型、车辆说明。

3. 汽车组成

汽车由发动机、底盘、车身和电气设备组成。

0.2 习题与习题详解

0.2.1 本章习题

1. 填空题

- (1) 世界“汽车之父”是德国人_____。
- (2) 20 世纪 80 年代,世界汽车工业形成了____、西欧、_____三足鼎立之势,世界汽车产业的中心由一个变成三个。
- (3) 汽车由____、____、____和_____四大部分构成。
- (4) 新标准将汽车分为_____和_____两大类。
- (5) 汽车的产品型号反映____、____、____等内容,用字母和阿拉伯数字表示。它由首部、中部和尾部构成。
- (6) 我国某一汽车产品的型号为 EQ6110HEV 混合动力车,其中“EQ”表示东风汽车公司,“6”表示____,“11”表示_____。
- (7) 车辆识别代号被称为“汽车身份证”,其英文简称为_____。
- (8) 车辆识别代号由三部分组成:第一部分是____;第二部分是____;第三部分是_____。

2. 选择题(单选或多选)

- (1) 4×4 型汽车的驱动轮数为()。

A. 4	B. 2	C. 8	D. 6
------	------	------	------
- (2) EQ1091 型汽车属于()。

A. 客车	B. 轿车	C. 货车	D. 越野汽车
-------	-------	-------	---------

3. 问答题

- (1) 我国国家标准对汽车的定义是什么?
- (2) 汽车由哪几部分组成?各组成部分的功能是什么?
- (3) 车辆识别代号有何意义?

0.2.2 习题详解

1. 填空题

- (1) 卡尔·本茨





- (2) 美国 日本
- (3) 发动机 底盘 车身 电气设备
- (4) 乘用车 商用车
- (5) 企业名称 车辆类别 主要特征参数
- (6) 客车 车身总长 11m
- (7) VIN
- (8) 世界制造厂识别代码 车辆说明部分 车辆指示部分

2. 选择题(单选或多选)

- (1) A
- (2) C

3. 问答题

(1)按照 GB/T 3730.1—2001 对汽车的定义,汽车是由动力驱动,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;特殊用途。

(2)汽车通常由发动机、底盘、车身、电气设备等四个部分组成。发动机是使供入其中的燃料燃烧而发出动力。底盘接受发动机的动力,使汽车产生运动,并保证汽车按驾驶员的操纵正常行驶;底盘由传动系统、行驶系统、转向系统和制动系统等组成。车身是驾驶员工作的场所,也是装载乘客和货物的场所。电气设备由电源组、发动机点火系统和起动系统、汽车照明和信号装置等组成。

(3)车辆识别代号中含有车辆的制造厂家、生产年代、车型、车身形式、发动机以及其他装备的信息。它是由 17 位字母、数字组成的编码,经过排列组合,可以使车辆生产在 30 年内不会发生重号现象,具有对车辆的唯一识别性,故称为“汽车身份证”。车辆识别代号是汽车管理、汽车营销、汽车维修和配件采购的重要依据。

第 1 章

汽车发动机的基本知识

1.1 学习指导

1.1.1 本章基本内容与要点

作为汽车的动力源，除了为数不多的电动汽车外，汽车的发动机都是热动力装置，或简称热机。热机有内燃机和外燃机两种，直接以燃料燃烧所生成的燃烧产物为工质的热机为内燃机，反之则为外燃机。内燃机包括活塞式内燃机和燃气轮机，外燃机则包括蒸汽机、汽轮机和热气机等。活塞式内燃机具有结构紧凑、体积小、质量轻和容易起动等许多优点，被极其广泛地用作汽车动力。根据活塞运动方式、冷却方式、燃料、行程数、气缸数目、布置方式、进气状态等分类原则，活塞式内燃机有多种分类方法和类型。

四冲程往复活塞式内燃机在四个活塞行程内完成进气、压缩、做功和排气的工作循环。在进气行程，活塞在曲轴的带动下由上止点移至下止点，进气门开启，排气门关闭，可燃混合气(汽油机)通过进气门被吸入气缸。压缩行程，活塞继续由曲轴带动自下止点移至上止点，进、排气门均关闭，气缸内的混合气被压缩，其压力和温度同时升高。做功行程，进、排气门关闭，安装在气缸盖上的火花塞产生电火花，将气缸内的可燃混合气点燃，燃烧气体的体积急剧膨胀，推动活塞由上止点移至下止点，并通过连杆推动曲轴旋转做功。排气行程，排气门开启，进气门关闭，曲轴通过连杆带动活塞由下止点移至上止点，废气在自身剩余压力和活塞的推动下，经排气门排出气缸之外。

四冲程柴油机的工作循环与汽油机相同，也包括进气、压缩、做功和排气四个过程。其主要区别在于柴油机和汽油机在混合气形成方法及着火方式上有所不同。其一，在柴油机进气行程中吸入气缸的只是纯空气；其二，压缩行程终了时气体压力比汽油机高，此时，燃油通过喷油器喷入燃烧室形成非均匀混合气，并自行燃烧，气体膨胀，推动活塞、连杆，进而推动曲轴旋转做功。

发动机是一种由许多机构和系统组成的复杂机器。发动机通常由曲柄连杆机构、配气



机构、燃料供给系统、润滑系统、冷却系统和起动系统组成。对于汽油发动机需要增加点火系统，即构成了两大机构和五大系统。

曲柄连杆机构是发动机实现工作循环，完成能量转换的主要组件，由机体组、活塞连杆组和曲轴飞轮组等组成。配气机构能根据发动机的工作顺序和工作过程，定时开启和关闭进气门和排气门，使可燃混合气或空气进入气缸，并使废气从气缸内排出，实现换气过程。汽油机燃料供给系统能根据发动机的要求，配制出一定数量和浓度的混合气供入气缸，并将燃烧后的废气从气缸内排到大气中；而柴油机燃料供给系统能将柴油和空气分别供入气缸，在燃烧室内形成混合气并燃烧，最后将燃烧后的废气排出。冷却系统将受热零件吸收的部分热量及时散发出去，保证发动机在最适宜的温度状态下工作。润滑系统能向作相对运动的零件表面输送定量的清洁润滑油，以实现液体摩擦，减小摩擦阻力，减轻机件的磨损。

发动机的性能指标是表征发动机的性能特点、评价各类发动机性能优劣的依据。主要性能指标有动力性指标、经济性指标、环境友好性指标、可靠耐久性指标等。表征发动机做功能力大小的动力性指标一般由发动机的有效转矩、有效功率、转速表示，而发动机经济性指标主要由有效燃油消耗率表示。环境友好性指标用来评价发动机排气品质和噪声水平。可靠耐久性指标是表征发动机在规定的使用条件下，正常持续工作能力的指标，主要有首次故障行驶里程、平均故障间隔里程。

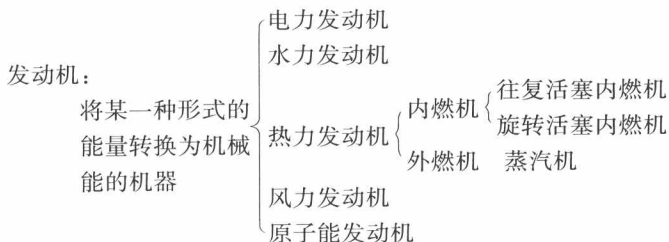
1.1.2 名词术语

1. 气缸：往复式活塞式内燃机的工作腔。
2. 工作循环：活塞式内燃机的工作循环是由进气、压缩、做功和排气四个工作过程组成的、完成能量转换的封闭过程。
3. 上、下止点：活塞顶离曲轴回转中心最远处为上止点；活塞顶离曲轴回转中心最近处为下止点。在上、下止点处，活塞的运动速度为零。
4. 活塞行程：上、下止点间的距离 S 称为活塞行程。
5. 气缸工作容积：上、下止点间所包容的气缸容积称为气缸工作容积。
6. 发动机排量：发动机所有气缸工作容积的总和称为发动机排量。
7. 燃烧室容积：活塞位于上止点时，活塞顶面以上气缸盖底面以下所形成的空间称为燃烧室，其容积称为燃烧室容积，也叫压缩容积。
8. 气缸总容积：气缸工作容积与燃烧室容积之和为气缸总容积。
9. 压缩比：气缸总容积与燃烧室容积之比称为压缩比 ϵ 。压缩比的大小表示活塞由下止点运动到上止点时，气缸内的气体被压缩的程度。压缩比越大，压缩终了时气缸内的气体压力和温度就越高。
10. 工况：内燃机在某一时刻的运行状况简称工况，以该时刻内燃机输出的有效功率和曲轴转速表示。曲轴转速即为内燃机转速。
11. 负荷率：内燃机在某一转速下发出的有效功率与相同转速下所能发出的最大有效功率的比值称为负荷率，以百分数表示。负荷率通常简称负荷。
12. 可靠性指标：是表征发动机在规定的使用条件下，正常持续工作能力的指标。
13. 有效燃油消耗率：发动机每输出 $1\text{kW} \cdot \text{h}$ 的有效功所消耗的燃油量称为有效燃油消耗率。



14. 发动机速度特性：发动机有效功率 P_e 、有效转矩 T_e 和有效燃油消耗率 b_e 随发动机转速 n 的变化关系称为发动机的速度特性。

1.1.3 分类、组成及基本工作原理



1. 内燃机分类

- (1) 按行程数：二冲程发动机、四冲程发动机。
- (2) 按燃料类型：汽油机、柴油机、天然气发动机等。
- (3) 按点火方式：自燃式发动机、压燃式发动机。
- (4) 按冷却方式：风冷式发动机、水冷式发动机。
- (5) 按缸数：单缸发动机、多缸发动机。
- (6) 按气缸排列方式：直列式、V型、对置式。

2. 内燃机组成

汽油机由两大机构和五大系统组成，即由曲柄连杆机构、配气机构、燃料供给系统、润滑系统、冷却系统、点火系统和起动系统组成；柴油机由两大机构和四大系统组成，即由曲柄连杆机构、配气机构、燃料供给系统、润滑系统、冷却系统和起动系统组成，柴油机是压燃式的，不设置点火系统。

曲柄连杆机构：曲柄连杆机构是发动机实现工作循环，完成能量转换的主要运动零件。它由机体组、活塞连杆组和曲轴飞轮组等组成。

配气机构：配气机构的功用是根据发动机的工作顺序和工作过程，定时开启和关闭进气门和排气门，使可燃混合气或空气进入气缸，并使废气从气缸内排出，实现换气过程。

燃料供给系统：汽油机燃料供给系统的功用是根据发动机的要求，配制出一定数量和浓度的混合气供入气缸，并将燃烧后的废气从气缸内排到大气中；柴油机燃料供给系统的功用是把柴油和空气分别供入气缸，在燃烧室内形成混合气并燃烧，最后将燃烧后的废气排出。

冷却系统：冷却系统的功用是将受热零件吸收的部分热量及时散发出去，保证发动机在最适宜的温度状态下工作。水冷发动机的冷却系通常由冷却水套、水泵、风扇、散热器、节温器等组成。

润滑系统：润滑系统的功用是向作相对运动的零件表面输送定量的清洁润滑油，以实现液体摩擦，减小摩擦阻力，减轻机件的磨损，并对零件表面进行清洗和冷却。润滑系通常由润滑油道、机油泵、机油滤清器和一些阀门等组成。

点火系统：点火系统的功用是将蓄电池(发电机)提供的低压电转变为高压电，并按规定时刻在火花塞电极间产生电火花，点燃气缸中的可燃混合气。点火系统通常由蓄电池、发电机、分电器、点火线圈和火花塞等组成。



起动系统：起动系统的功用是使发动机由静止状态过渡到工作状态。起动系统的装置主要有起动机。

3. 四冲程汽油机工作原理

四冲程往复式活塞式内燃机在四个活塞行程内完成进气、压缩、做功和排气四个过程。

进气行程：活塞在曲轴的带动下由上止点移至下止点。此时进气门开启，排气门关闭；在活塞移动过程中，气缸容积逐渐增大，气缸内形成一定的真空度。汽油和空气的混合气通过进气门被吸入气缸，并在气缸内进一步混合形成可燃混合气。

压缩行程：进气行程结束后，曲轴继续带动活塞由下止点移至上止点。这时，进、排气门均关闭；随着活塞的移动，气缸容积不断减小，气缸内的混合气被压缩，其压力和温度同时升高。

做功行程：压缩行程结束时，安装在气缸盖上的火花塞产生电火花，将气缸内的可燃混合气点燃，火焰迅速传遍整个燃烧室，同时放出大量的热能。燃烧气体的体积急剧膨胀，压力和温度迅速升高。在气体压力的作用下，活塞由上止点移至下止点，并通过连杆推动曲轴旋转做功。这时，进、排气门仍旧关闭。

排气行程：排气行程开始，排气门开启，进气门仍然关闭，曲轴通过连杆带动活塞由下止点移至上止点。此时膨胀过后的燃烧气体(或称废气)在其自身剩余压力和活塞的推动下，经排气门排出气缸之外。当活塞到达上止点时，排气行程结束，排气门关闭。

4. 四冲程柴油机工作原理

四冲程柴油机的工作循环也包括进气、压缩、做功和排气四个过程，在各个活塞行程中，进、排气门的开闭和曲柄连杆机构的运动与汽油机完全相同。只是由于柴油和汽油的使用性能不同，使柴油机和汽油机在混合气形成方法及着火方式上有着根本的差别。

进气行程：在柴油机进气行程中，被吸入气缸的只是纯净的空气。

压缩行程：因为柴油机的压缩比大，所以压缩行程终了时气体压力高。

做功行程：在压缩行程结束时，喷油泵将柴油泵入喷油器，并通过喷油器喷入燃烧室。因为喷油压力很高，喷孔直径很小，所以喷出的柴油呈细雾状。细微的油滴在炽热的空气中迅速蒸发汽化，并借助于空气的运动，迅速与空气混合形成可燃混合气。由于气缸内的温度远高于柴油的自燃点，因此柴油随即自行着火燃烧。燃烧气体的压力、温度迅速升高，体积急剧膨胀。在气体压力的作用下，活塞推动连杆及曲轴旋转做功。

排气行程：燃烧后的废气排出气缸。

1.2 习题与习题详解

1.2.1 本章习题

1. 填空题

(1) 热力机是借助工质的状态变化将燃料燃烧产生的热能转变为_____。

(2) 热力机分_____和_____两种。内燃机包括_____和燃气轮机。



(3) 活塞式内燃机按活塞运动方式的不同,分为_____和_____两种。前者活塞在气缸内做往复直线运动,后者活塞在气缸内做旋转运动。

(4) 活塞式内燃机根据所用燃料种类的不同,分为_____、_____和气体燃料发动机三类。

(5) 活塞式内燃机按冷却方式的不同,分为_____和_____两种。

(6) 活塞式内燃机按在一个工作循环期间活塞往复运动的行程数,分为_____和_____发动机。

(7) 活塞式内燃机按进气状态不同,分为_____和_____两类。

(8) 活塞式内燃机根据气缸布置形式的不同,分为_____、_____和对置式等。

(9) 四冲程汽油机在_____、_____、_____和_____四个行程完成一个工作循环。

(10) 四冲程发动机一个工作循环,曲轴旋转_____周,进、排气门各开启_____次。

(11) 某汽油发动机的型号为EQ6100,其中“EQ”表示东风汽车公司,“6”表示_____、“100”表示_____。

(12) 活塞顶离曲轴回转中心最远处为_____;活塞顶离曲轴回转中心最近处为_____。活塞从一个止点运动至另一个止点的过程称为_____。

(13) 气缸工作容积与燃烧室容积之和称为_____,单位为L。

(14) 气缸总容积与燃烧室容积之比称为_____。压缩比越大,压缩终了时气缸内的气体压力和温度就_____。

(15) 节气门全开时测得的速度特性称为发动机的_____;节气门部分开启时测得的速度特性称为发动机的_____。

2. 判断改错题

(1) 四冲程发动机活塞每进行一个行程,曲轴相应转 180° 。()

改正:

(2) 由于存在进气阻力,进气终了时气缸内的气体压力小于大气压力。()

改正:

(3) 柴油机压缩比比汽油机低。()

改正:

(4) 汽油机的压缩比越大,则其动力性越好。()

改正:

(5) 在进气行程中,柴油机吸入气缸的是空气。()

改正:

(6) 发动机的有效功率随发动机转速的不同而改变。()

改正:

(7) 标定功率是发动机所能发出的最大功率。()

改正:

(8) 发动机外特性曲线上的每点都表示发动机在各转速下的全负荷工况。()

改正:

(9) 发动机功率的大小代表发动机负荷的大小。()





改正:

3. 选择题(单选或多选)

- (1) 汽车的动力源是()。
A. 发动机 B. 变速器 C. 底盘 D. 车身
- (2) 四冲程汽油发动机在进气行程进入气缸的是()。
A. 汽油 B. 纯空气 C. 可燃混合气 D. 氧气
- (3) 四冲程发动机曲轴转速与凸轮轴转速之比为()。
A. 1 : 1 B. 1 : 2 C. 2 : 1 D. 4 : 1
- (4) 二冲程发动机一个工作循环曲轴转()周。
A. 1 B. 2 C. 3 D. 4
- (5) 与汽油机相比,柴油机的排放物中含量较高的是()。
A. CO B. CO₂ C. NO_x D. PM
- (6) 与汽油机总体构造相比,柴油机中没有()系统。
A. 供给 B. 点火 C. 润滑 D. 起动
- (7) 在同一转速时,节气门的开度越大,则发动机的经济性()。
A. 越好 B. 越差 C. 不变 D. 不一定
- (8) EQ6105Q 汽油机的缸径是()。
A. 61mm B. 610mm C. 105mm D. 210mm

4. 名词解释

- (1) 工作循环
(2) 活塞行程
(3) 发动机排量
(4) 工况
(5) 负荷率
(6) 发动机速度特性

5. 问答题

- (1) EQ491 型汽油机有四个气缸,气缸直径 91mm,活塞行程 90mm,压缩比为 6。试计算其每缸工作容积、燃烧室容积及发动机排量(容积以 L 为单位)。
- (2) 简述四冲程汽油机的工作原理。
- (3) 为什么现代发动机多采用多缸发动机而不是单缸发动机?
- (4) 简述汽油机与柴油机的异同点。
- (5) 发动机的转速、有效功率、标定功率之间的关系是什么?

1.2.2 习题详解

1. 填空题

- (1) 机械能
(2) 内燃机 外燃机 活塞式内燃机

