

## 内 容 提 要

本书在编写过程中遵循教育部“以就业为导向，以服务为宗旨，以能力为本位”的职业教育方针。在本书的编写过程中，围绕不同的工作任务对传统的学科型汽车专业教学内容进行重新整合，力图把专业知识与具体工作任务和职业能力培养结合起来，使学生在过程中能够有效地把理论和实践相结合。本书图文并茂，通俗易懂，可操作性强，通过组图演示主要部件的拆装和维修操作，读者可举一反三，运用到其他类似的车型上。同时，为了打造“互联网+”新型教材，本教材在传统纸质教材的基础上，加入数字化教学资源，顺应了新形态一体化教材的建设趋势，为使用本教材的师生、读者提供更多实践指导。

### 图书在版编目 ( CIP ) 数据

汽车发动机构造与维修 / 柳礼, 金媛媛, 吴良芹主  
编. — 北京: 航空工业出版社, 2020.8  
ISBN 978-7-5165-2332-2

I. ①汽… II. ①柳… ②金… ③吴… 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. ① U472.43

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2020) 第 149545 号

## 汽车发动机构造与维修 Qiche Fadongji Gouzaoyu Weixiu

航空工业出版社出版发行  
(北京市朝阳区京顺路 5 号曙光大厦 C 座四层 100028)  
发行部电话: 010-85672663 010-85672683

北京荣玉印刷有限公司印刷  
2020 年 8 月第 1 版  
开本: 787 毫米 × 1092 毫米 1/16  
印张: 19.5

全国各地新华书店经售  
2020 年 8 月第 1 次印刷  
字数: 383 千字  
定价: 52.00 元



本书在编写过程中遵循教育部“以就业为导向，以服务为宗旨，以能力为本位”的职业教育方针。

在本书的编写过程中，围绕不同的工作任务对传统的学科型汽车专业教学内容进行重新整合，力图把专业知识与具体工作任务和职业能力培养结合起来，使学生在在学习过程中能够有效地把理论和实践相结合。

本书共分为八个项目。项目一为发动机认知，主要介绍汽车发动机的分类与组成、工作原理、主要性能指标与型号编制；项目二为曲柄连杆机构，主要介绍曲柄连杆机构的功用与组成，机体组、活塞连杆组、曲柄飞轮组的结构、工作原理及检修；项目三为配气机构，主要介绍配气机构的功用与组成，气门组、气门传动组、配气相位的结构、工作原理及检修；项目四为发动机润滑系统，主要介绍润滑系统的功用与组成，润滑系统主要部件的结构、工作原理及检修；项目五为发动机冷却系统，主要介绍冷却系统的功用与组成，冷却系统主要部件的结构、工作原理及检修；项目六为发动机起动系统，主要介绍起动系统的功用与组成，起动系统主要部件的结构、工作原理及检修；项目七为发动机点火系统，主要介绍点火系统的功用与组成，点火系统主要部件的结构、工作原理及检修；项目八为发动机燃油供给系统，主要介绍燃油供给系统的功用与组成，燃油供给系统主要部件的结构、工作原理及检修。

全书参考总学时为 72 学时，建议采用理实一体化的教学模式进行授课。各项目的学时分配表如下，仅供参考。

项目	课程内容	学时分配	
		讲授	实训
项目一	发动机认知	2	2
项目二	曲柄连杆机构	8	8
项目三	配气机构	8	8
项目四	发动机润滑系统	4	4
项目五	发动机冷却系统	4	4
项目六	发动机起动系统	4	4
项目七	发动机点火系统	2	2
项目八	发动机燃油供给系统	4	4
课时总计		36	36

本书图文并茂，通俗易懂，可操作性强，通过组图演示主要部件的拆装和维修操作，读者可举一反三，运用到其他类似的车型上。同时，为了打造“互联网+”新型教材，本教材在传统纸质教材的基础上，加入数字化教学资源，顺应了新形态一体化教材的建设趋势，为使用本教材的师生、读者提供更多实践指导。

本书可以作为高等院校的汽车专业教材，还可以作为汽车培训及中专技校的参考教材，对广大汽车爱好者而言，也是一本值得阅读和收藏的书籍。此外，本书作者还为广大一线教师提供了服务于本书的教学资源库，有需要者可致电 13810412048 或发邮件至 2393867076@qq.com。

由于编者水平和经验所限，书中难免存在不妥和错误之处，敬请广大读者批评指正。

编者



## 项目一

### 发动机认知

任务一 发动机的分类与组成 / 2

任务二 发动机的工作原理 / 14

任务三 发动机主要性能指标与型号编制 / 26



## 项目二

### 曲柄连杆机构

任务一 曲柄连杆机构认知 / 36

任务二 机体组 / 44

任务三 活塞连杆组 / 67

任务四 曲轴飞轮组 / 88



## 项目三

### 配气机构

任务一 配气机构认知 / 106

任务二 气门组 / 114

任务三 气门传动组 / 132

任务四 配气相位 / 146



## 项目四

### 发动机润滑系统

任务一 润滑系统认知 / 158

任务二 润滑系统主要部件结构与检修 / 173

## 项目五

### 发动机冷却系统

任务一 冷却系统认知 / 192

任务二 冷却系统主要部件结构与检修 / 205

## 项目六

### 发动机起动系统

任务一 起动系统认知 / 226

任务二 起动系统主要部件结构与检修 / 236

## 项目七

### 发动机点火系统

任务一 点火系统认知 / 254

任务二 点火系统主要部件结构与检修 / 266

## 项目八

### 发动机燃油供给系统

任务一 燃油供给系统认知 / 282

任务二 燃油系统主要部件结构与检修 / 292

## 参考文献 / 305

# 项目一

## 发动机认知

汽车发动机是汽车的“心脏”，为汽车的行走提供动力，关系着汽车的动力性、经济性、环保性。简单来说，发动机就是一个能量转换机构，即将汽油（柴油）或天然气的热能，通过在密封气缸内燃烧气体膨胀，推动活塞做功，转变为机械能，这是发动机最基本的原理。发动机的所有结构都是为能量转换服务的，发动机伴随着汽车走过了100多年的历史，无论是在设计、制造、工艺还是在性能、控制方面都有很大的提高，但其基本原理仍然没有改变。本项目主要介绍汽车发动机的分类与组成、发动机的工作原理、发动机型号的编制规则、发动机的主要性能指标等。通过本项目的学习应对发动机的基础知识有一个整体的了解。

## 任务

# 发动机的分类与组成



发动机的分类

### 学习目标

完成本学习任务后，你应当达到以下目标：

知识目标

1. 掌握发动机的总体构造。
2. 了解发动机的类型和组成。
3. 掌握发动机常用术语。

能力目标

1. 能够说出发动机的组成和各部分功用。
2. 能够识别发动机的类型。

### 任务引入

汽车发动机是汽车的动力源，是汽车的核心部分。在汽车的维修中，发动机的检修占了很大的比重。要对其进行检修首先就要认识各种类型的发动机，了解汽车发动机的总体组成等知识，保证对汽车底盘各系统的全面了解，为后面的学习打下基础。

### 任务实施

## 一、发动机的分类

现代汽车发动机一般都属于内燃机，具有热效率高、体积小、便于移动、起动性能好等优点，因而被广泛应用。发动机种类繁多，根据不同特点有不同分类。

### 1. 按照行程分类

发动机按照完成一个工作循环所需的冲程数可分为四冲程内燃机和二冲程内燃机。把曲轴转两圈（ $720^\circ$ ），活塞在气缸内上下往复运动四个冲程，完成一个工作循环的内燃机称为四冲程内燃机，如图 1-1-1 所示；而把曲轴转一圈（ $360^\circ$ ），活塞在气缸内上下往复运动两个冲程，完成一个工作循环的内燃机称为二冲程内燃机，如图 1-1-2 所示。汽车发动机广泛使用四冲程内燃机。

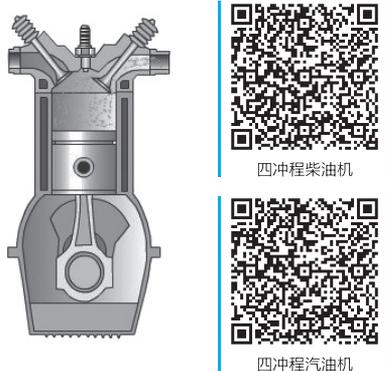


图 1-1-1 四冲程发动机



图 1-1-2 二冲程发动机

### 2. 按照冷却方式分类

发动机按照冷却方式不同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作为冷却介质进行冷却的，如图 1-1-3 所示；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作为冷却介质进行冷却的，如图 1-1-4 所示。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用发动机。

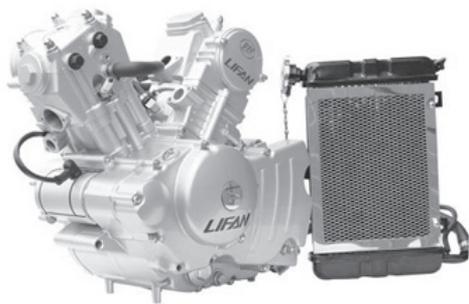


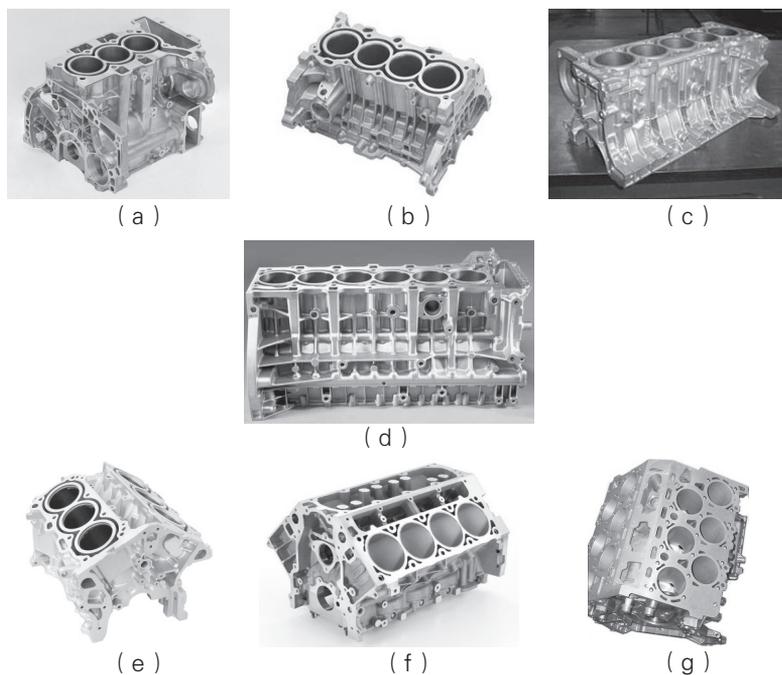
图 1-1-3 水冷式发动机



图 1-1-4 风冷式发动机

### 3. 按照气缸数目分类

发动机按照气缸数目不同可以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、十六缸等都是多缸发动机。现代车用发动机多采用三缸，四缸、六缸、八缸发动机，如图 1-1-5 所示。

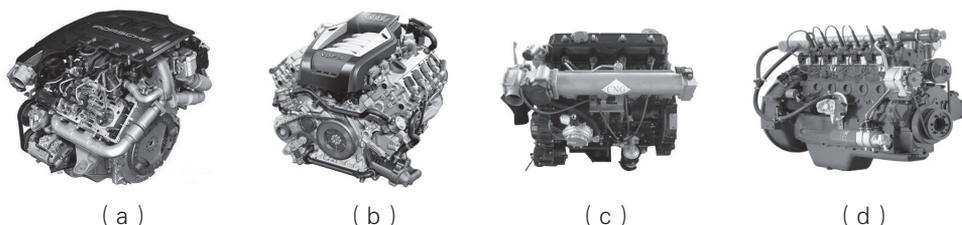


(a) 直列三缸；(b) 直列四缸；(c) 直列五缸；(d) 直列六缸；(e) V型六缸；(f) V型八缸；(g) W型十二缸

图 1-1-5 不同气缸数目的发动机

#### 4. 按照所用燃料分类

发动机按照所使用燃料的不同可以分为汽油机和柴油机。使用汽油为燃料的内燃机称为汽油机；使用柴油为燃料的内燃机称为柴油机。汽油机与柴油机比较各有其特点：汽油机转速高，质量小，噪声小，起动容易，制造成本低；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。另外，还有以液化石油气或天然气为燃料的其他代用燃料发动机。如图 1-1-6 所示。

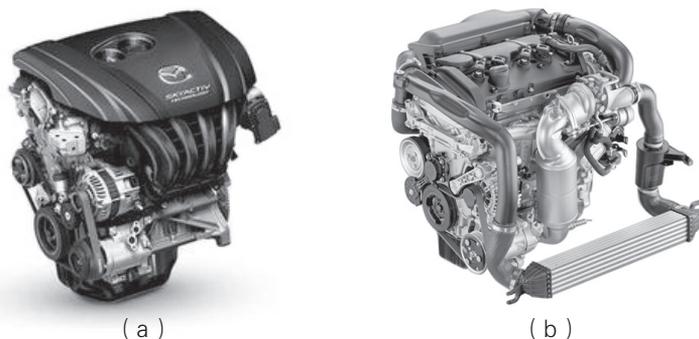


(a) 汽油发动机；(b) 柴油发动机；(c) 天然气 (CNG) 发动机；(d) 液化石油气 (LPG) 发动机

图 1-1-6 燃烧不同燃料的发动机

### 5. 按照进气系统分类

发动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）式发动机和强制进气（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，如图 1-1-7 所示。

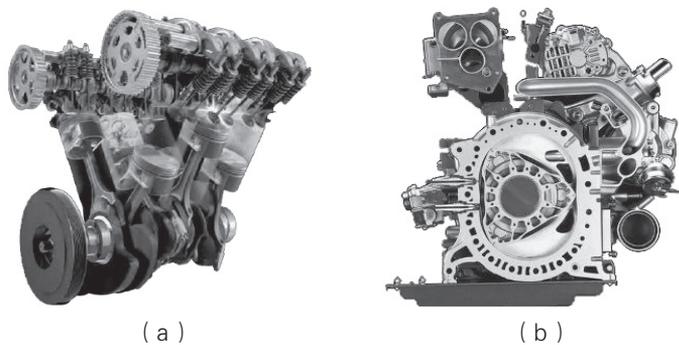


(a) 自然吸气发动机；(b) 强制进气发动机

图 1-1-7 不同进气形式的发动机

### 6. 按活塞运动方式分类

活塞式发动机可分为往复式活塞式和旋转活塞式两种。前者活塞在气缸内作往复直线运动，后者活塞在气缸内做旋转运动。如图 1-1-8 所示。

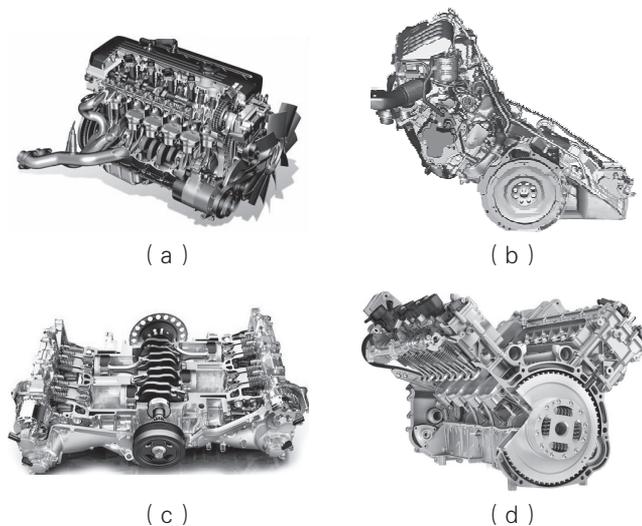


(a) 往复式活塞式；(b) 旋转活塞式

图 1-1-8 不同活塞工作方式的发动机

### 7. 按照气缸布置方式分类

发动机按照气缸布置方式的不同可分为直列、斜置、对置、V 型。如图 1-1-9 所示。



(a) 直列发动机；(b) 斜置发动机；(c) 对置发动机；(d) V型发动机

图 1-1-9 不同气缸布置的发动机

## 二、发动机的组成

发动机结构形式多种多样，其构造也千差万别，但由于基本原理相同，所以其基本结构也大体相同（发动机基本结构如图 1-1-10 所示）。就往复式发动机而言，汽油发动机通常由曲柄连杆机构、配气机构（两大机构）和燃油供给系统、冷却系统、润滑系统、起动系统、点火系统（五大系统）组成。柴油发动机通常由两大机构和四大系统组成（无点火系统）。图 1-1-11 所示为发动机组成部件。

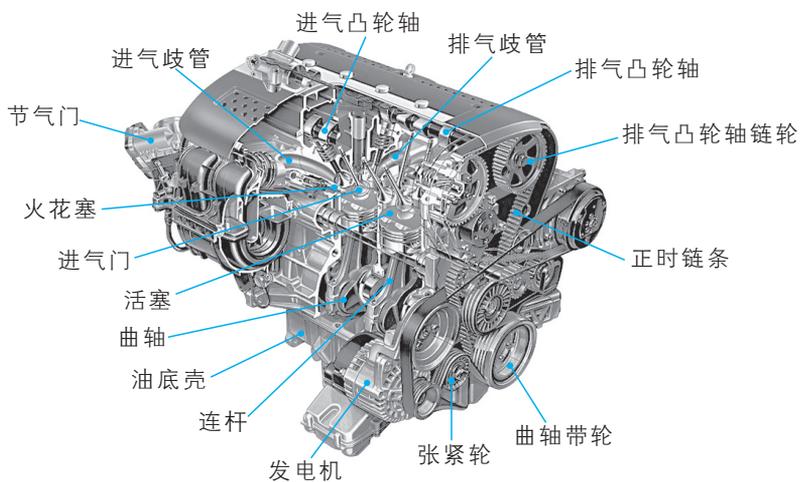


图 1-1-10 发动机总体结构

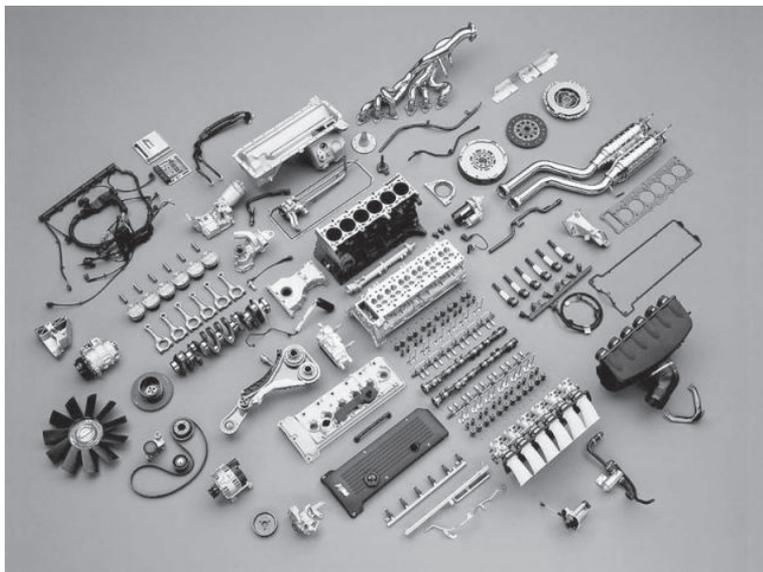
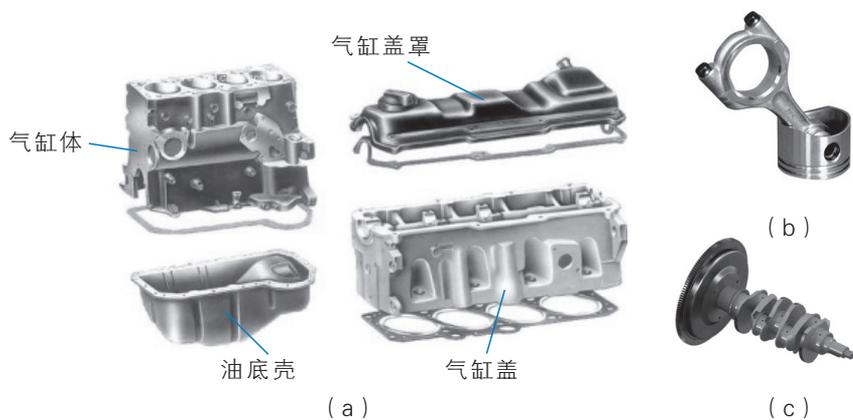


图 1-1-11 发动机组成部件

### 1. 曲柄连杆机构

曲柄连杆机构的作用是提供燃烧场所，把燃料燃烧后气体作用在活塞顶上的膨胀压力转变为曲轴旋转的转矩，不断输出动力。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。在做功冲程，它将燃料燃烧产生的热能（活塞往复运动、曲轴旋转运动）转变为机械能，对外输出动力；在其他冲程，则依靠曲柄和飞轮的转动惯性、通过连杆带动活塞上下运动，为下一次做功创造条件。曲柄连杆机构由机体组、活塞连杆组、曲轴飞轮组三部分组成。如图 1-1-12 所示。



(a) 机体组；(b) 活塞连杆组；(c) 曲轴飞轮组

图 1-1-12 曲柄连杆机构

## 2. 配气机构

配气机构的功用是按照发动机每一气缸内所进行的工作循环和发火次序的要求，定时开启和关闭各气缸的进、排气门，使新鲜充量得以及时进入气缸，废气得以及时从气缸排出；在压缩与膨胀行程中，保证燃烧室的密封。新鲜充量对于汽油机而言是汽油和空气的混合气，对于柴油机而言是纯空气。配气机构一般由气门组和气门传动组组成，如图 1-1-13 所示。

## 3. 燃油供给系统

汽油发动机燃油供给系统的作用是根据发动机各种不同工况的要求，配制出一定数量和浓度的可燃混合气供入气缸，使之在临近压缩终了时点火燃烧而膨胀做功。最后，供给系统还应将燃烧产物——废气排入大气中。燃油供给系统一般包括油箱、油泵、燃油滤清器、喷油器、燃油管道等，如图 1-1-14 所示。

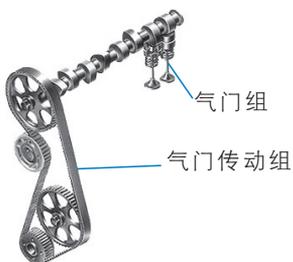


图 1-1-13 配气机构

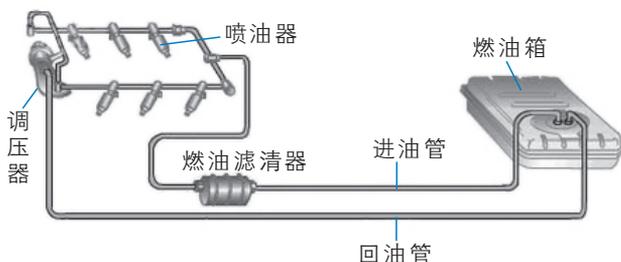


图 1-1-14 燃油输送路线

## 4. 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。

发动机的冷却系统有风冷和水冷之分。以空气为冷却介质的冷却系称为风冷系；以冷却液为冷却介质的冷却系称为水冷系。水冷发动机的冷却系统主要零部件有节温器、水泵、水泵皮带、散热器、散热风扇、水温传感器等，如图 1-1-15 所示。

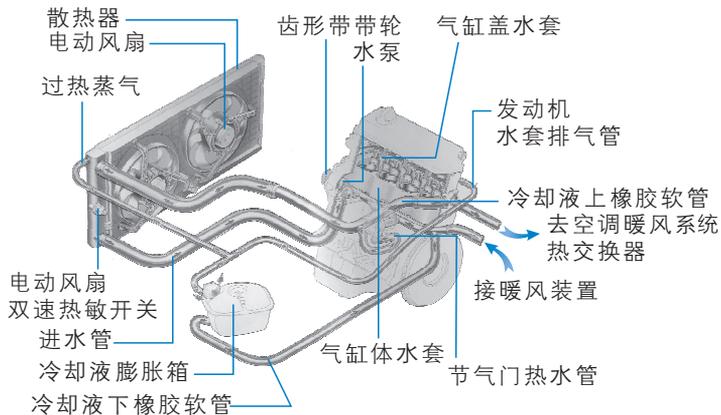


图 1-1-15 发动机冷却系统

### 5. 润滑系统

润滑系统的功用是向做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。润滑系统通常由润滑油道、机油泵、机油滤清器、机油集滤器和机油冷却器等组成，如图 1-1-16 所示。

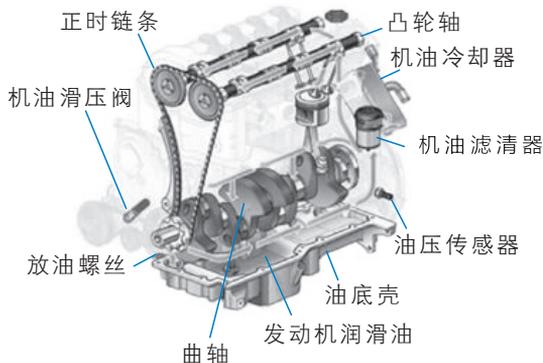


图 1-1-16 润滑系统

### 6. 起动系统

要使发动机由静止状态过渡到工作状态，必须先用外力转动发动机的曲轴，使活塞作往复运动，气缸内的可燃混合气燃烧膨胀做功，推动活塞向下运动使曲轴旋转，发动机才能自行运转，工作循环才能自动进行。因此，曲轴在外力作用下开始转动到发动机开始自动地怠速运转的全过程，称为发动机的起动。完成起动过程所需的装置，称为发动机的起动系统。起动系统由蓄电池、点火开关、启动继电器、起动机等组成，如图 1-1-17 所示。起动系统的功用是通过起动机将蓄电池的电能转换成机械能，起动发动机运转。

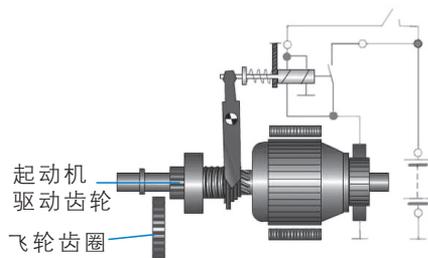


图 1-1-17 起动系统

### 7. 点火系统

在汽油发动机中，气缸内的可燃混合气是靠电火花点燃的，为此在汽油机的气缸盖上装有火花塞，火花塞头部伸入燃烧室内。能够按时在火花塞电极间产生电火花的全部设备称为点火系统。点火系统的作用是根据发动机的工作需要，及时地点燃缸内的混合气。点火系统通常包括蓄电池、分电器、点火开关、点火线圈和火花塞等组成。如图 1-1-18 所示。

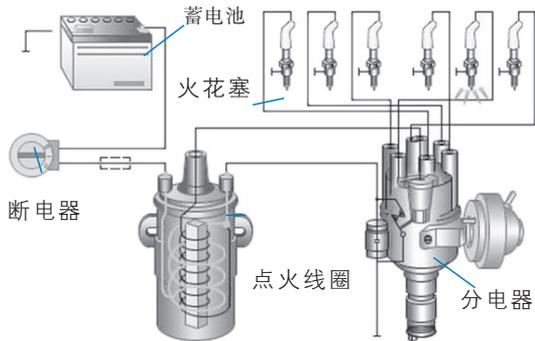


图 1-1-18 点火系统

**任务实训**

根据任务要求，确定所需要的实训场地、设备及工具，以小组讨论的方式制定详细的工作计划（操作流程或工序），对小组成员进行合理分工，实施计划，完成任务并记录。

任务	发动机的分类与组成				
学生姓名		班级		学号	
实训场地		学时		日期	
设备及工具					
小组成员及分工					
工作计划（操作流程或工序）				测试结果	
写出发动机的类型					
写出发动机的组成					
根据测试结果写出维修建议或学习计划					