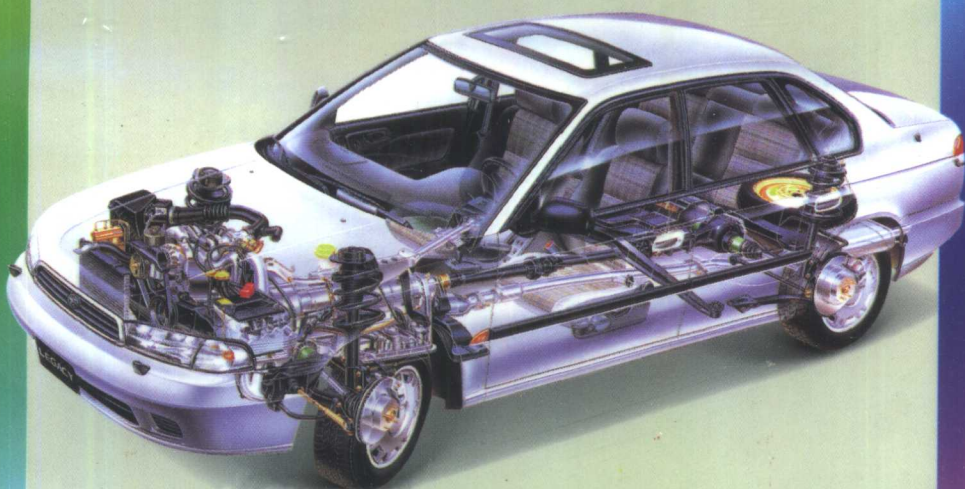


殷德顺 主编
闵永军 丁艺 副主编

现代轿车

发动机构造与维修



中国林业出版社

现代轿车发动机构造与维修

殷德顺 主编

闵永军 丁艺 副主编

中国林业出版社

图书在版编目(CIP)数据

现代轿车发动机构造与维修/殷德顺主编. —北京:中国林业出版社,1998.8

ISBN 7-5038-2063-2

I. 现… I. 殷… II. ①轿车-发动机-构造 ②轿车-发动机-车辆修理 N.U469.11

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 19640 号

1998/04

中国林业出版社出版

(100009 北京西城区刘海胡同 7 号)

北京地质印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

1998 年 8 月第 1 版 2000 年 2 月第 3 次印刷

开本:850mm×1168mm 1/32 印张:10

字数:262 千字 印数:6001~8500 册

定价:16.00 元

前 言

改革开放以来,我国轿车保有量急剧上升,国产轿车大踏步升级换代,具有当今国际技术水平的国外轿车大量涌入。新结构、新工艺、新材料、新技术在现代轿车上广泛应用,这对汽车管理和维修行业提出了新课题。为使广大汽车管理和维修人员尽快掌握现代轿车的结构特点和维修技术。在广泛收集国内外轿车新结构、新技术的基础上,我们于1995年10月编写了《现代轿车构造与维修》讲义,受到读者的好评。根据两年多汽车运用工程专业本科、专科学学生教学和培训中高级汽车修理工培训实践的体会,我们对原讲义进行了修改,编成此书,以飨读者。

现代轿车种类繁多,本书力图以一般和典型相结合的方式,理论和实用并重的原则,对现代轿车发动机基本结构原理、典型结构、维修方法、常见故障诊断方法进行了系统的介绍,并编入了电控汽油喷射系统、电控点火系统等汽车新技术,力求做到内容可靠,具有代表性、典型性,理论与实用并重,着眼于发展,图文并茂,通俗易懂。

本书既可作为中高级汽车修理工技术培训用教材,驾驶员培训教材和高等院校汽车运用工程专业的补充教材,也可供汽车维修管理人员和技术人员阅读使用。

参加本书编写的成员有殷德顺、闵永军、丁艺、蔡伟义和邱正祥。由殷德顺任主编,由闵永军、丁艺任副主编。南京市汽车维修行业管理处徐通法高级工程师审阅了全书,钱昌文、张安鹏参加了全书提纲审定和资料收集等工作,在此一并表示衷心感谢。

我们期待广大读者对本书的不足和错误提出宝贵意见,以期在重印或修订时及时改正。

编 者

1998年6月

目 录

第一章 汽车发动机结构与工作原理	(1)
第一节 概 述	(1)
一、汽车发动机的作用	(1)
二、汽车发动机的分类	(1)
三、发动机的主要性能指标	(2)
第二节 发动机的总体构造	(4)
一、发动机的总体构造	(4)
二、典型发动机介绍	(5)
第三节 汽油发动机的工作原理	(8)
一、四冲程汽油发动机的工作原理	(8)
二、二冲程汽油发动机的工作原理	(11)
第二章 曲柄连杆机构	(14)
第一节 曲柄连杆机构结构与工作原理	(14)
一、机体组	(15)
二、活塞连杆组	(23)
三、曲轴飞轮组	(36)
第二节 曲柄连杆机构的维修	(43)
一、机体组的维修	(43)
二、活塞连杆组的检修	(50)
三、曲轴飞轮组的检修	(52)
四、曲柄连杆机构的组装	(53)
五、曲轴前后油封的更换与检修	(57)
第三章 配气机构	(60)
第一节 配气机构结构与原理	(60)
一、配气机构的分类	(60)

二、气门间隙	(65)
三、配气相位	(66)
四、配气机构的组成	(67)
第二节 配气机构的检修	(79)
一、气门的检修	(79)
二、气门导管的检修	(80)
三、气门弹簧的检查更换	(81)
四、挺柱的检修	(81)
五、推杆的检修	(81)
六、摇臂和摇臂轴检修	(82)
七、凸轮轴与轴承的检修	(82)
八、油封的更换	(84)
九、皮带式正时传动装置的检修	(86)
十、配气机构的安装	(86)
第四章 化油器式燃料供给系	(89)
第一节 化油器式燃料供给系结构与工作原理	(89)
一、概 述	(89)
二、现代化油器基本结构	(93)
三、典型化油器简介	(99)
四、进气温控装置	(113)
第二节 化油器式燃料供给系的维修	(117)
一、燃料系的维护	(117)
二、化油器的就车清洗	(117)
三、化油器的检查和调整	(118)
四、燃料系常见故障诊断及排除	(122)
第五章 电子控制汽油喷射系统	(128)
第一节 电子控制汽油喷射系统结构与工作原理	(128)
一、采用电子控制汽油喷射系统的原因	(128)
二、EFI 系统的组成、作用及主要类型	(130)
三、燃油子系统的结构和工作原理	(135)
四、进气子系统的结构和工作原理	(144)

五、点火子系统的结构和工作原理	(148)
六、电子控制子系统的结构和工作原理	(154)
第二节 电子控制汽油喷射系统的检修	(164)
一、与微机系统无关的典型故障及原因	(164)
二、维修注意事项	(165)
三、发动机故障代码的提取方法	(166)
四、电控汽油喷射发动机和 ECU 检修	(170)
五、电控汽油喷射发动机常见故障及检查部位	(171)
第六章 发动机冷却系	(175)
第一节 发动机冷却系结构与工作原理	(175)
一、冷却系的组成及循环水路	(175)
二、冷却系主要部件的构造与原理	(181)
第二节 发动机冷却系的维修	(189)
一、防止冷却液温度过高	(190)
二、防止冷却液温度过低	(192)
三、风扇、V 带及温控开关的检查	(194)
四、蜡式节温器的检查	(197)
五、散热器的检修	(198)
六、水泵的检修	(199)
七、冷却系统泄漏的速检法	(199)
第七章 发动机润滑系	(201)
第一节 发动机润滑系结构与工作原理	(201)
一、润滑系的功用	(201)
二、润滑方式	(202)
三、润滑系的组成	(202)
四、润滑油路	(205)
五、润滑系主要部件的构造与原理	(207)
第二节 发动机润滑系的维修	(213)
一、正确选用机油与及时更换机油	(213)
二、机油泵的检修	(215)
三、机油消耗过多的原因和排除方法	(218)

四、机油集滤器的检修	(219)
五、机油滤清器的更换	(219)
六、机油压力过低的故障原因与排除方法	(220)
七、机油压力过高的故障原因与排除方法	(221)
八、机油变质的原因与延缓变质的措施	(221)
第八章 发动机点火系	(224)
第一节 电子点火系统的结构与工作原理	(225)
一、现代汽车对点火系的要求	(225)
二、传统点火系的缺陷	(226)
三、电子点火系的基本组成和类型	(227)
四、电子点火系的优点	(228)
五、磁感应式电子点火系统	(229)
六、霍尔式电子点火装置	(234)
七、电磁振荡式电子点火装置	(249)
八、光电式电子点火装置	(251)
九、电容放电式电子点火系统(CDI)	(253)
十、微机控制的电子点火系统	(255)
第二节 电子点火系统的检修	(268)
一、电子点火系统故障诊断的一般原则	(268)
二、电子点火系统故障分析	(269)
三、电子点火系统的故障诊断	(270)
四、非微机控制的无触点电子点火系统部位的常见故障及检修	(273)
五、微机控制的电子点火系故障自诊断系统简介	(284)
第九章 发动机起动系	(296)
第一节 起动系结构与工作原理	(296)
一、概 述	(296)
二、JV 型发动机起动系	(297)
三、新型起动机	(300)
第二节 起动系维修	(303)
一、起动系故障形式及原因	(303)

二、起动系故障判断	(303)
主要参考文献	(305)

第一章 汽车发动机结构与工作原理

第一节 概 述

一、汽车发动机的作用

发动机是汽车最主要的总成之一，它是动力的来源，是将某一形式的能量转变为机械能的机器。汽车发动机的作用是将燃料与空气进行混合在其机体内燃烧，推动活塞往复运动再带动曲轴旋转，从而将化学能转变为机械能向汽车提供动力。由于燃料是在气缸中燃烧，因此又称内燃机。

二、汽车发动机的分类

汽车发动机（专指汽车用活塞式内燃机，下同）可以根据不同的特征分类：

（一）根据每一工作循环所需活塞行程数分类

在发动机内每一次将热能转化为机械能，都必须经过空气或可燃混合气吸入、压缩，使之着火燃烧而膨胀作功，然后将生成的废气排出这样一系列连续过程，这称为发动机的一个工作循环。

对于往复活塞式发动机，凡活塞往复四个单程完成一个工作循环的称为四冲程发动机；活塞往复两个单程即完成一个工作循环的称为二冲程发动机。

（二）根据所用燃料种类分类

通常见的发动机所用的燃料是汽油或柴油，凡是用汽油作为燃料的发动机称为汽油发动机（简称汽油机）；凡是用柴油作为燃料的发动机称为柴油发动机（简称柴油机）。

汽油机一般是使汽油和空气在化油器内混合成可燃混合气，再输入发动机气缸并加以压缩，然后用电火花使之点火燃烧发热而做功。所以这种汽油机称为化油器式汽油机。有的汽油机将汽油直接喷射（有机械或电子喷射两种）进入进气总管或进气歧管内，同空气混合成可燃混合气，被吸入气缸经压缩后，再用电火花点燃，这称为汽油喷射式汽油机。凡是利用电火花使可燃混合气着火的均可称为强制点火或点燃式发动机。

汽车柴油机所用的燃料是轻柴油，一般是通过喷油泵和喷油器将柴油直接喷入发动机气缸，和在气缸内经压缩后的空气均匀混合，使之在高温下自燃。这种发动机又称为压燃式发动机。本书主要介绍汽油机，柴油机将不再赘述。

（三）根据冷却方式分类

由于发动机在工作中会产生大量热量，为了保证发动机正常工作，必须对气缸体等部位加以冷却，根据冷却方式不同可以分为水冷式发动机和风冷式发动机。

（四）根据发动机缸数分类

仅有一个气缸的称为单缸发动机；有两个以上气缸的称为多缸发动机；多缸发动机还可以根据气缸的具体数目及其排列形式进一步分类。

（五）根据进气方式是否增压分类

发动机的气缸进气压力一般略低于周围大气压力，但也有利用专门装置（增压器）使进气压力增高到周围大气压力以上。后者称为增压发动机，相应地前者称为非增压式发动机。

三、发动机的主要性能指标

发动机的主要性能指标有动力性指标和经济性指标两类。动力性指标主要有：有效转矩 T_e 、有效功率 P_e 、转速 n ；经济性指标是燃油消耗率。

(一) 有效转矩

发动机通过飞轮对外输出的转矩称为有效转矩, 用 T_e 表示, 单位为 $\text{N} \cdot \text{m}$ 。有效转矩与外界施加于发动机曲轴上的阻力矩相平衡。

(二) 有效功率

发动机通过飞轮对外输出的功率称为发动机的有效功率, 用 P_e 表示, 单位为 kW 。

有效功率 P_e 与有效转矩 T_e 和发动机的转速有关, 如图 1-1 所示。 P 为做功过程中作用在活塞顶上的气体压力, F 为 P 通过连杆传给曲轴使曲轴转动的力, P 、 F 单位为 N , R 为曲柄长度, 单位为 m 。发动机转速的有效扭矩 $T_e = F \cdot R$ ($\text{N} \cdot \text{m}$)。 F 拖动曲轴转一圈所做的功为 $F \cdot 2\pi R$, F 拖动曲轴转 n 圈所做的功为 $F \cdot 2\pi R n$ 。

$$P_e = T_e \cdot \frac{2\pi n}{60 \times 10^3} = \frac{T_e \cdot n}{9550} \quad (\text{kW})$$

式中: T_e ——有效转矩 ($\text{N} \cdot \text{m}$);

n ——发动机转速 (r/min);

P_e ——有效功率 (kW)。

发动机有效功率也可用台架试验方法测定, 即用测功器测定有效转矩和曲轴转速, 然后用以上公式算出发动机有效功率。

发动机产品铭牌上标明的功率及相应转速称为额定功率和额定转速。按照汽车发动机可靠性试验方法规定, 汽车发动机应能在额定工况下连续运行 $300 \sim 1000\text{h}$ 。

(三) 燃油消耗率

发动机每发出 1kW 有效功率, 在 1h 内所消耗的燃油质量 (以 g 为单位), 称为燃油消耗率, 用 g_e 表示。很明显, 燃油消耗率越低, 经济性越好。

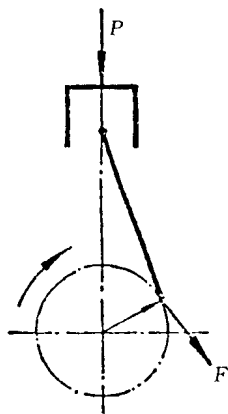


图 1-1 发动机转矩示意图

燃油消耗率按下式计算：

$$g_e = \frac{G_f}{P_e} \times 10^3 \text{ [g/ (kW} \cdot \text{h)]}$$

式中： G_f ——发动机每单位时间的燃油消耗量 (kg/h)，可由试验测定；

P_e ——发动机的有效功率 (kW)。

第二节 发动机的总体构造

一、发动机的总体结构

发动机是一部由许多机构和系统组成的复杂机器。现代汽车发动机的结构形式很多，即使是同一类型的发动机其具体构造也是各种各样的。但是不论哪种形式的发动机，其总体结构总可以归纳为以下几个部分：

(1) 机体组：发动机的机体组包括气缸盖、气缸体及油底壳等。有的发动机将气缸体分铸成上下两部分，上部分称为气缸体、下部分称为曲轴箱。机体的作用是作为发动机各机构、各系统的装配基体，而且其本身的许多部分又分别是曲柄连杆机构、配气机构、供给系、冷却系和润滑系的组成部分、气缸盖和气缸体的内壁共同组成燃烧室的一部分。是承受高温、高压的机件。

(2) 曲柄连杆机构：曲柄连杆机构包括活塞，连杆、带飞轮的曲轴等。这是发动机借以产生动力，并将活塞的直线往复运动转变为曲轴的旋转运动而输出动力的机构。

(3) 配气机构：配气机构包括进气门、排气门、挺杆、推杆、摇臂、凸轮轴以及凸轮轴正时齿轮等。其作用是使可燃混合气及时充入气缸并及时从气缸排出废气。

(4) 燃料供给系：燃料供给系包括汽油箱、汽油泵、汽油滤清器、化油器、空气滤清器、进气管、排气管、排气消声器等。其作

用是把汽油和空气混合成为成分合适的可燃混合气供入气缸，以供燃烧，并将燃烧生成的废气排出发动机。

(5) 点火系：点火系的功用是保证按规定时刻及时点燃气缸中被压缩的混合气。其中包括供给低压电流的蓄电池和发电机。将低压电流变成高压电流的断电器和点火线圈，把高压电流按规定时刻通过分电装置分送到各缸的火花塞等。

(6) 冷却系：冷却系主要包括水泵、散热器、(电动) 风扇、节温器、水套、上下水管等组成。其功用是把受热机件的热量散到大气中去，以保证发动机正常工作。

(7) 润滑系：润滑系包括机油泵、机油滤清器、限压阀、润滑油道、机油冷却器等。其功用是将润滑油供给作相对运动的零件以减少它们之间的摩擦阻力，减轻机件的磨损，并部分地冷却摩擦零件，清洗摩擦表面。

(8) 起动系：包括起动机及其附属装置，用以使静止的发动机起动并转入自行运转。

车用汽油机一般都由上述两个机构和五个系统所组成。

二、典型发动机介绍

图 1-2 所示为一汽奥迪 100 型轿车发动机，它与上海桑塔纳 JV 型发动机型号一样，与我国生产的东风、解放、北京 492 发动机相比，其结构的主要特点是凸轮轴安装在气缸盖上，因此简化了配气机构的传动装置，这种布置最适用于高速发动机。凸轮轴的驱动采用同步齿形皮带传动，正时准确，传动噪音小，有利于发动机转速的提高。故目前国内外轿车发动机大多数采用这种结构形式，本书的以后章节还会详细描述。

图 1-3 所示为日本丰田皇冠 2JZ-GE3.0 型发动机，其特点是：发动机采用电子控制燃油喷射系统以取代传统的化油器式供油系统。因此，功率大、耗油省、污染小。

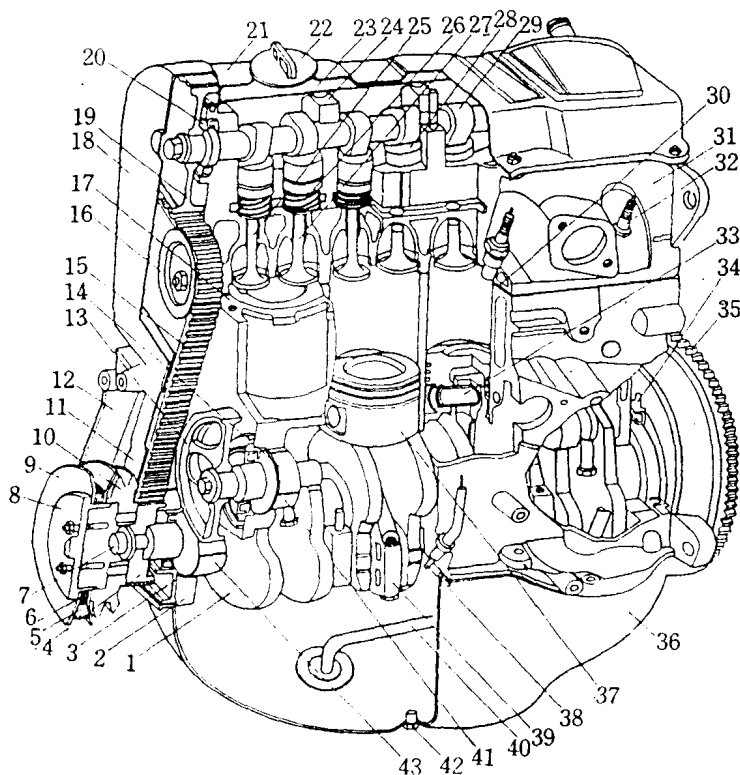


图 1-2 一汽奥迪 100 型轿车发动机

1. 曲轴 2. 曲轴轴端盖 3. 曲轴前端油封挡板 4. 曲轴正时齿轮
5. 压缩机皮带 6. 调整垫片 7. 正时齿轮拧紧螺栓 8. 压紧盖
9. 压缩机曲轴皮带轮 10. 水泵、电机曲轴皮带轮 11. 正时齿轮下罩盖
12. 压缩机支架 13. 中间轴正时齿轮 14. 中间轴 15. 正时皮带
16. 偏心轮张紧机构 17. 气缸体 18. 正时齿轮上罩盖 19. 凸轮轴正时齿轮
20. 凸轮轴前端油封 21. 凸轮轴罩盖 22. 机油加油口盖
23. 凸轮轴机油挡油板 24. 凸轮轴轴承盖 25. 排气门 26. 气门弹簧
27. 进气门 28. 液压挺杆总成 29. 凸轮轴 30. 气缸密封垫片 31. 气缸盖
32. 火花塞 33. 活塞销 34. 曲轴后端油封挡板 35. 飞轮齿环 36. 油底壳
37. 活塞 38. 油标尺 39. 连杆总成 40. 机油集滤器 41. 中间轴轴瓦
42. 放油螺塞 43. 曲轴主轴瓦

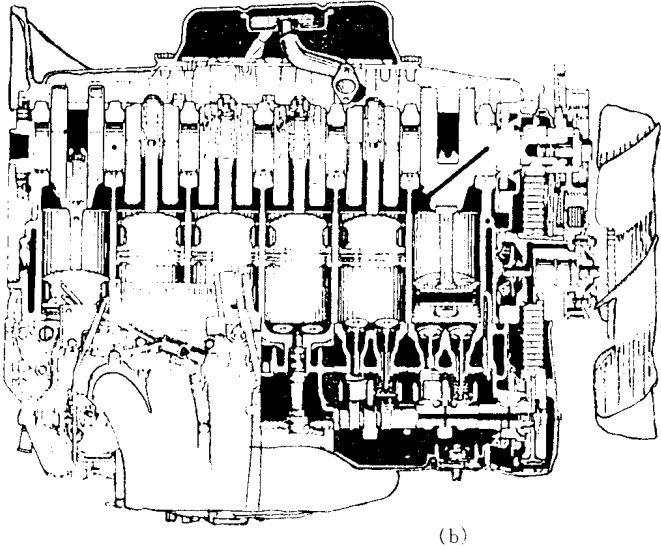
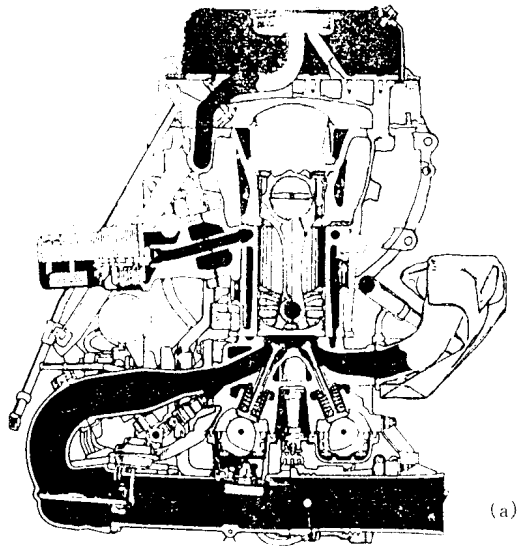


图 1-3 丰田皇冠 2JZ-GE3.0 发动机

第三节 汽油发动机的工作原理

一、四冲程汽油发动机的工作原理

单缸四冲程汽油发动机的基本结构如图 1-4 所示。

气缸 2 内装有活塞 3，活塞通过活塞销 4、连杆 5 与曲轴 9 相连接。活塞在气缸内作往复运动，通过连杆推动曲轴转动。

从图 1-5 可以看出，活塞在气缸中运动到离曲轴中心最远处时活塞顶所在位置称为上止点。活塞运动到离曲轴中心最近处活塞顶所在位置称为下止点。上、下止点间的距离 S 称为活塞行程。活塞从上止点到下止点所扫过的容积称为气缸工作容积，也叫气缸排量用符号 V_h 表示。多缸发动机各气缸工作容积的总和称为发动机工作容积，也叫发动机排量，用符号 V_L 表示。活塞在上止点时，其顶部以上的容积叫燃烧室容积，用符号 V_c 表示。燃烧室容积与工作容积之和即活塞在下止点时，其顶部以上的容积称为气缸总容积，用符号 V_a 表示。

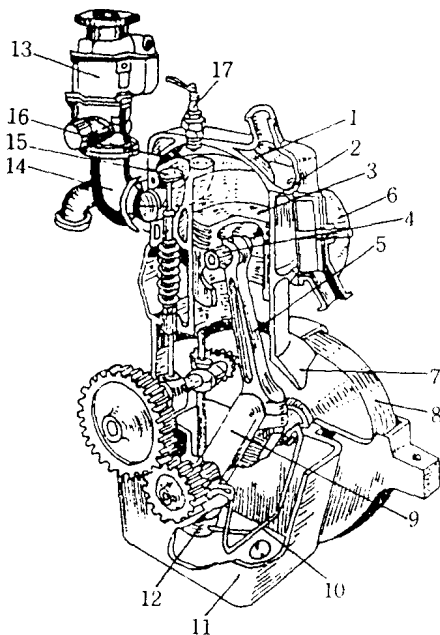


图 1-4 单缸四冲程汽油机构造示意图

- 1. 气缸盖 2. 气缸 3. 活塞 4. 活塞销
- 5. 连杆 6. 水泵 7. 曲轴箱 8. 飞轮
- 9. 曲轴 10. 机油管 11. 油底壳
- 12. 机油泵 13. 化油器 14. 进气管
- 15. 进气门 16. 排气门 17. 火花塞