

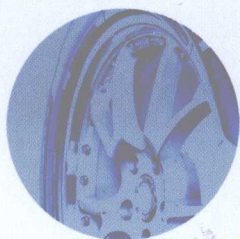


普通高等教育“十一五”国家级规划教材

高等职业院校国家技能型紧缺人才培养培训工程规划教材·汽车运用与维修专业

汽车发动机构造 与维修(第2版)

扶爱民 主编 李全利 秦会斌 副主编



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



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

高等职业院校国家技能型紧缺人才培养培训工程规划教材·汽车运用与维修专业

汽车发动机构造 与维修（第2版）

扶爱民 主编

李全利
秦会斌 副主编

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书系统地介绍了汽车发动机工作原理、曲柄连杆机构的构造与维修、配气机构的构造与维修、化油器式汽油机燃料供给系的构造与维修、电子控制汽油喷射供给系统的构造与维修、柴油机供给系的构造与维修、柴油机燃油喷射系统、发动机冷却系的构造与维修、发动机润滑系的构造与维修、发动机的装配调试与磨合试验、汽油发动机点火系及汽车起动系的构造与维修等内容。

本书是高等职业院校汽车各专业的专业教材,还可作为汽车维修的培训教材,也可供汽车维修从业人员、技师学习参考。

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。

图书在版编目(CIP)数据

汽车发动机构造与维修 / 扶爱民主编. — 2版. — 北京: 电子工业出版社, 2009.1

普通高等教育“十一五”国家级规划教材·高等职业院校国家技能型紧缺人才培养培训工程规划教材·汽车运用与维修专业

ISBN 978-7-121-06498-2

I. 汽… II. 扶… III. ①汽车—发动机—构造—高等学校: 技术学校—教材②汽车—发动机—车辆修理—高等学校: 技术学校—教材 IV. U472.43

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第131495号

策划编辑: 程超群

责任编辑: 左 雅

印 刷: 北京市海淀区四季青印刷厂

装 订: 涿州市桃园装订有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 22.25 字数: 569千字

印 次: 2009年1月第1次印刷

印 数: 4000册 定价: 33.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zltts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

前 言

本教材是在汽车紧缺人才培养工程规划教材《汽车发动机构造与维修》的基础上进行修订改版的。原教材自出版以来,一直是高职院校汽车各专业的《汽车发动机构造与维修》专业课程的首选教材之一,至目前为止,该书已印刷5次,共20 000余册。

改版以后的《汽车发动机构造与维修》,选材注重已经实用化的新技术、新标准、新工艺、新法规、新知识。在原教材的基础上增加了汽车总论、柴油机电控汽油喷射技术、汽车起动系、点火系和汽车维修预备知识;知识结构与发动机的实际组成相适应,具有独立的学科体系。教材插图大多是原理示意图、实体图,更加简洁明了。

全书共分11章,内容包括:发动机工作原理、曲柄连杆机构的构造与维修、配气机构的构造与维修、化油器式汽油机燃料供给系的构造与维修、电子控制汽油喷射供给系统的构造与维修、柴油机供给系的构造与维修、发动机冷却系的构造与维修、发动机润滑系的构造与维修、发动机的装配与磨合、汽油发动机点火系的构造与维修、汽车起动系的构造与维修等。读者还可登录华信教育资源网(<http://www.hxedu.com.cn>, <http://www.huaxin.edu.cn>)免费下载配套电子教案及绪论(汽车总论、汽车维修预备知识)等补充内容。

本书由湖南生物机电职业技术学院扶爱民(副教授)担任主编,陕西交通职业技术学院李全利(副教授)、山西长治职业技术学院秦会斌(副教授)分别担任副主编。其中绪论(可登录华信教育资源网下载)、第1章、第5章、第10章、第11章的第1节由扶爱民编写,第2章由李全利编写,第6章、第7章由秦会斌编写,第3章、第8章由高寒老师(吉林交通职业技术学院)编写,第4章由蒋瑞斌老师(湖南生物机电职业技术学院)编写,第11章第2节至第5节由邢世凯老师(河北师大职业技术学院)编写,第9章由崔小艳老师(陕西交通职业技术学院)编写。湖南龙骧交通发展集团有限责任公司技术设备部向阳同志参与了本书部分章节内容的编写;与本书配套的电子教案(PPT)由湖南生物机电职业技术学院徐坚老师制作。书中插图由湖南生物机电职业技术学院扶敏老师整理。

本书由彭运钩副教授(湖南交通职业技术学院)主审。

在教材的编写过程中,得到了湖南生物机电职业技术学院、陕西交通职业技术学院、山西长治职业技术学院、吉林交通职业技术学院、河北师大职业技术学院的大力支持,在此一并表示感谢。

汽车技术日新月异,教材的更新赶不上汽车的发展。由于编者水平所限,加之时间仓促,书中难免存在缺点、错误,恳请读者批评指正。

编 者

目 录

第1章 发动机的基础知识	(1)
1.1 发动机的总体构造及基本原理	(1)
1.1.1 概述	(1)
1.1.2 发动机的总体构造	(1)
1.1.3 发动机的常用术语	(2)
1.1.4 单缸四冲程发动机的工作原理	(3)
1.1.5 单缸二冲程发动机的工作原理	(8)
1.2 发动机基本理论	(10)
1.2.1 发动机的性能指标	(10)
1.2.2 充气系数	(11)
1.2.3 燃烧过程	(12)
1.2.4 发动机特性	(15)
实训 1.1 汽车发动机的总体观察及发动机工作循环研究	(18)
实训 1.2 汽车、发动机拆装	(19)
复习思考题	(20)
第2章 曲柄连杆机构的构造与维修	(21)
2.1 曲柄连杆机构概述	(21)
2.1.1 功用与组成	(21)
2.1.2 工作条件与受力分析	(21)
2.2 机体组	(22)
2.2.1 汽缸体与曲轴箱	(22)
2.2.2 汽缸与汽缸套	(24)
2.2.3 曲轴箱、油底壳	(24)
2.2.4 汽缸盖	(25)
2.2.5 发动机的支承	(27)
2.3 活塞连杆组	(28)
2.3.1 活塞	(28)
2.3.2 活塞环	(32)
2.3.3 活塞销	(36)
2.3.4 连杆	(36)
2.4 曲轴飞轮组	(38)
2.4.1 曲轴	(39)
2.4.2 曲轴扭转减振器	(44)
2.4.3 飞轮	(46)
2.5 曲柄连杆机构的维护	(47)
2.5.1 积炭的清除	(47)

2.5.2	曲轴轴承配合间隙的检验	(47)
2.6	发动机异响诊断	(49)
2.6.1	概述	(49)
2.6.2	常见异响及经验诊断法	(50)
2.7	汽缸体的检修	(50)
2.7.1	汽缸体裂纹的检修	(50)
2.7.2	汽缸体变形的检修	(51)
2.7.3	汽缸的常见损伤与检验	(53)
2.7.4	修理尺寸的确定	(54)
2.7.5	汽缸的镗削与磨削	(54)
2.7.6	汽缸套的镶换	(57)
2.8	汽缸盖的检修	(58)
2.9	活塞组的选配	(58)
2.9.1	活塞的选配	(58)
2.9.2	活塞环的选配	(59)
2.9.3	活塞销的选配	(60)
2.10	连杆组的检修	(61)
2.10.1	连杆变形的检验与校正	(61)
2.10.2	连杆衬套的修复	(62)
2.10.3	连杆其他损伤的检修	(64)
2.11	活塞连杆组的组装	(64)
2.11.1	确定活塞与连杆安装的相对位置	(64)
2.11.2	装配工艺要点	(64)
2.11.3	组装后的质量检查	(64)
2.11.4	安装时的注意事项	(64)
2.12	曲轴的耗损及检验	(65)
2.12.1	曲轴裂纹的检验	(65)
2.12.2	曲轴磨损的检验	(66)
2.12.3	曲轴变形的检验	(67)
2.12.4	曲轴弯曲变形的校正	(67)
2.13	曲轴轴颈的磨修	(68)
2.13.1	曲轴磨床简介	(68)
2.13.2	曲轴轴颈修理尺寸的确定	(68)
2.13.3	曲轴主轴颈的磨削	(69)
2.13.4	曲轴连杆轴颈的磨削	(69)
2.13.5	飞轮的修理	(70)
2.14	曲轴轴承的选配与修整	(70)
2.14.1	轴瓦选配的基本要求	(70)
2.14.2	曲轴轴向间隙的检查调整	(71)
实训 2.1	曲柄连杆机构的观察与研究	(71)

实训 2.2	曲柄连杆机构常见故障（异响）的诊断与排除	(72)
实训 2.3	机体组组件的检验与维修	(73)
实训 2.4	活塞连杆组的检验与维修	(74)
实训 2.5	曲轴飞轮组件的检验与维修	(75)
复习思考题		(76)
第 3 章	配气机构的构造与维修	(77)
3.1	配气机构的构造	(77)
3.1.1	配气机构的功用与组成	(77)
3.1.2	配气机构的分类	(78)
3.1.3	配气相位与配气相位图	(81)
3.1.4	气门间隙	(83)
3.2	配气机构的主要零件和组件	(83)
3.2.1	气门组	(83)
3.2.2	气门传动组	(88)
3.2.3	可变气门控制简介	(93)
3.3	配气机构的维修	(98)
3.3.1	气门组零件的检修	(98)
3.3.2	气门传动组的修理	(102)
3.3.3	配气机构的检查与调整	(105)
3.4	配气机构异响诊断	(108)
3.4.1	气门脚响	(108)
3.4.2	气门挺柱响	(109)
3.4.3	气门座响	(109)
3.4.4	气门弹簧响	(109)
3.4.5	正时齿轮响	(109)
3.4.6	凸轮轴异响	(110)
3.4.7	液力挺柱响	(110)
实训 3.1	配气机构的结构观察与研究	(111)
实训 3.2	气门间隙的检查与调整	(111)
实训 3.3	配气机构主要零件的修理	(112)
复习思考题		(112)
第 4 章	化油器式汽油机燃料供给系的构造与维修	(113)
4.1	概述	(113)
4.1.1	汽油机燃料供给系的功用	(113)
4.1.2	汽油机燃料供给系的组成	(113)
4.2	简单化油器与可燃混合气的形成	(114)
4.2.1	简单化油器与可燃混合气的形成	(114)
4.2.2	简单化油器的工作特性	(114)
4.2.3	可燃混合气的浓度与汽油机负荷的关系	(115)
4.3	现代化油器	(118)

4.3.1	现代化油器的类型及型号	(118)
4.3.2	现代化油器的基本构造	(119)
4.3.3	化油器的附属装置	(124)
4.4	汽油机燃料供给系其他装置	(127)
4.4.1	汽油箱	(127)
4.4.2	汽油滤清器	(128)
4.4.3	汽油泵	(128)
4.4.4	空气滤清器	(130)
4.4.5	进、排气歧管	(130)
4.4.6	混合气预热装置	(131)
4.4.7	排气消声器	(132)
4.4.8	排气净化装置	(133)
4.5	化油器式燃料供给系的维修	(135)
4.5.1	空气滤清器、进排气歧管和汽油滤清器的维护	(135)
4.5.2	汽油滤清器的维护	(135)
4.5.3	膜片式汽油泵的维护	(136)
4.5.4	化油器的检修	(136)
4.6	化油器式燃料供给系的故障诊断与排除	(139)
4.6.1	不来油或来油不畅	(140)
4.6.2	混合气过浓	(140)
4.6.3	混合气过稀	(141)
4.6.4	加速不良	(142)
4.6.5	怠速不良	(143)
实训 4.1	汽油机燃料供给系的总体认识和滤清器、汽油泵的拆装	(144)
实训 4.2	典型化油器的拆装、构造观察和工作研究	(145)
实训 4.3	汽油机燃料供给系的故障诊断与排除	(145)
复习思考题		(145)
第 5 章	电子控制汽油喷射供给系统的构造与维修	(147)
5.1	概述	(147)
5.1.1	汽油喷射式发动机的特点	(147)
5.1.2	汽油喷射系统的分类	(147)
5.2	电子控制汽油喷射系统的主要部件	(149)
5.2.1	电子控制汽油喷射系统的组成与控制原理	(149)
5.2.2	电子控制汽油喷射系统的主要部件	(150)
5.3	电子控制汽油喷射式发动机的使用与维护	(167)
5.3.1	电子控制汽油喷射式发动机的使用	(167)
5.3.2	电子控制汽油喷射式发动机维护保养的注意事项	(168)
5.4	电子控制汽油喷射系统的故障自诊断	(168)
5.4.1	故障自诊断系统的基本原理	(168)
5.4.2	故障代码的读取与清除	(170)

5.5	发动机电子控制系统主要部件的检修	(171)
5.5.1	发动机 ECU 的检修	(172)
5.5.2	传感器的检修	(172)
5.5.3	执行器的检修	(175)
5.6	电子控制汽油喷射系统发动机的故障诊断	(176)
5.6.1	故障诊断的基本原则	(176)
5.6.2	电子控制汽油喷射系统发动机常见故障诊断	(176)
实训 5.1	汽油机燃油喷射系统的结构观察与拆装	(183)
实训 5.2	电子控制汽油喷射系统主要部件的性能检测	(184)
实训 5.3	电子控制汽油喷射系统常用检测诊断设备的使用	(184)
实训 5.4	电子控制汽油喷射系统发动机故障诊断与排除	(184)
	复习思考题	(185)
第 6 章	柴油机供给系的构造与维修	(186)
6.1	概述	(186)
6.1.1	柴油机供给系的功用及要求	(186)
6.1.2	柴油机供给系的组成	(186)
6.2	可燃混合气的形成与燃烧室	(187)
6.2.1	可燃混合气的形成特点	(187)
6.2.2	可燃混合气的形成方式	(187)
6.2.3	柴油机燃烧室	(188)
6.3	喷油器	(190)
6.3.1	孔式喷油器	(190)
6.3.2	轴针式喷油器	(191)
6.3.3	低惯量喷油器	(192)
6.4	喷油泵	(192)
6.4.1	喷油泵的功用与分类	(192)
6.4.2	柱塞式喷油泵的基本结构与工作原理	(193)
6.4.3	柱塞式喷油泵系列及典型结构	(196)
6.4.4	VE 泵柴油机的供油系统	(197)
6.4.5	喷油泵的驱动与喷油正时	(200)
6.5	调速器	(204)
6.5.1	柱塞式喷油泵的速度特性及调速器的功用与形式	(204)
6.5.2	简单机械离心式调速器的简单构造与工作原理	(205)
6.5.3	几种常用调速器	(206)
6.6	柴油机供给系的辅助装置	(212)
6.6.1	柴油滤清器	(212)
6.6.2	输油泵	(213)
6.6.3	柴油机的起动辅助装置	(214)
6.6.4	废气涡轮增压	(215)
6.6.5	柴油机排气净化	(216)

6.7 柴油机供给系的维修	(217)
6.7.1 柴油机供给系的维护	(217)
6.7.2 喷油器的检修	(218)
6.7.3 喷油泵和调速器的检修	(221)
6.7.4 柴油机供给系的调试	(223)
6.8 柴油机供给系故障诊断与排除	(223)
6.8.1 柴油机起动困难	(225)
6.8.2 柴油机功率不足	(227)
6.8.3 柴油机工作粗暴	(227)
6.8.4 柴油机飞车	(228)
6.9 柴油机电控燃油喷射系统	(228)
6.9.1 柴油机电控燃油喷射系统的类型	(228)
6.9.2 柴油机电控燃油喷射系统的组成	(229)
6.9.3 柴油机电控蓄压式共轨燃油喷射系统的主要部件	(229)
6.9.4 博世 MS6.3 共轨蓄压式燃油喷射系统的故障诊断与检修	(237)
实训 6.1 喷油泵的拆装	(240)
实训 6.2 喷油泵的调试	(240)
实训 6.3 喷油泵的车上安装与调整	(241)
实训 6.4 喷油器的拆装、检查与调整	(242)
复习思考题	(243)
第 7 章 发动机冷却系的构造与维修	(244)
7.1 概述	(244)
7.1.1 冷却系的功用与类型	(244)
7.1.2 风冷系	(244)
7.1.3 水冷系	(244)
7.1.4 冷却水的特点与选用	(246)
7.2 水冷却系主要部件的构造	(246)
7.2.1 水冷却系的主要部件	(246)
7.2.2 冷却强度的调节装置	(249)
7.3 冷却系的维修	(253)
7.3.1 冷却系的使用与维护保养	(253)
7.3.2 散热器的检查与修理	(254)
7.3.3 水泵的检查与修理	(257)
7.3.4 节温器的检查与更换	(257)
7.3.5 风扇的检修	(258)
7.4 冷却系的故障诊断与排除	(258)
7.4.1 冷却水温度过高	(258)
7.4.2 漏水	(261)
7.4.3 水温过低	(261)
实训 冷却系主要零部件的检查、维护与调整	(261)

复习思考题	(263)
第8章 发动机润滑系的构造与维修	(264)
8.1 概述	(264)
8.1.1 润滑系的功用	(264)
8.1.2 润滑方式	(264)
8.1.3 润滑系的组成	(265)
8.1.4 润滑系的油路	(265)
8.2 润滑系的主要部件	(268)
8.2.1 机油泵	(268)
8.2.2 机油滤清器	(270)
8.2.3 机油散热器与机油冷却器	(273)
8.2.4 曲轴箱通风	(274)
8.3 润滑系的维修	(275)
8.3.1 润滑系的维护	(275)
8.3.2 机油泵的修理	(275)
8.3.3 机油滤清器的检修	(277)
8.3.4 机油压力开关的检测	(277)
8.3.5 发动机机油压力的检测	(278)
8.3.6 机油质量的检查	(278)
8.4 润滑系常见故障诊断与排除	(278)
8.4.1 机油压力过低	(278)
8.4.2 机油压力过高	(279)
8.4.3 机油消耗过多	(279)
8.4.4 油底壳油面自行升高	(280)
8.4.5 机油易变质	(280)
实训 润滑系的结构观察与维护	(280)
复习思考题	(281)
第9章 发动机的装配与磨合	(282)
9.1 发动机的装配与调试	(282)
9.1.1 发动机装配注意事项	(282)
9.1.2 装配顺序与调整	(283)
9.2 发动机的磨合	(287)
9.2.1 磨合试验的目的	(287)
9.2.2 磨合试验设备	(287)
9.2.3 磨合规范	(288)
9.3 发动机总成修理竣工技术条件	(290)
9.3.1 一般技术要求	(290)
9.3.2 主要使用性能	(290)
9.4 发动机试验	(290)
9.4.1 发动机试验设备	(290)

9.4.2 无负荷测功	(293)
实训 9.1 发动机的装配与调整	(294)
实训 9.2 发动机的磨合	(295)
实训 9.3 发动机的试验	(295)
复习思考题	(296)
第 10 章 汽油发动机点火系	(297)
10.1 概述	(297)
10.1.1 点火系的功用	(297)
10.1.2 点火系的分类	(297)
10.2 传统点火系的组成与工作原理	(298)
10.2.1 传统点火系的组成	(298)
10.2.2 传统点火系的工作原理	(298)
10.3 传统点火系主要元件	(299)
10.3.1 点火线圈	(299)
10.3.2 分电器	(301)
10.3.3 火花塞	(306)
10.4 无触点电子点火系统	(308)
10.4.1 无触点电子点火系的组成与分类	(308)
10.4.2 磁感应式无触点电子点火系	(308)
10.4.3 霍尔效应式无触点电子点火系	(310)
10.5 计算机控制电子点火系	(314)
10.5.1 计算机控制电子点火系的组成	(314)
10.5.2 计算机点火系的工作原理	(315)
10.6 无分电器点火系	(316)
10.7 点火系的使用与故障诊断	(317)
10.7.1 点火故障正时	(317)
10.7.2 点火系的维护	(317)
10.7.3 点火系主要部件的检修	(318)
10.7.4 点火系常见故障诊断	(320)
实训 10.1 传统点火系主要部件检测及故障排除	(321)
实训 10.2 无触点电子点火系主要部件的检测故障诊断	(322)
复习思考题	(323)
第 11 章 起动系的构造与维修	(324)
11.1 概述	(324)
11.1.1 起动系的概念	(324)
11.1.2 发动机的起动条件	(324)
11.1.3 发动机的起动方式	(324)
11.1.4 汽、柴油机冷起动辅助装置	(325)
11.2 起动机	(326)
11.2.1 起动机的组成与分类	(326)

11.2.2	起动机的型号	(327)
11.2.3	直流电动机	(328)
11.2.4	直流电动机的工作原理	(330)
11.3	起动机的传动机构.....	(330)
11.3.1	滚柱式单向离合器	(331)
11.3.2	摩擦片式单向离合器	(332)
11.3.3	弹簧式单向离合器	(333)
11.4	起动机的控制机构.....	(333)
11.4.1	电磁操纵式控制机构.....	(333)
11.4.2	工作过程	(334)
11.4.3	典型起动机实例——电磁控制强制啮合式起动机.....	(334)
11.5	起动系的使用与维护.....	(336)
11.5.1	使用注意事项	(336)
11.5.2	起动机的维护	(336)
11.5.3	起动机的调整与试验	(338)
实训	发动机起动系拆装与调整	(339)
参考文献		(341)

第 1 章 发动机的基础知识

学习目标

熟悉发动机类型、总体结构及基本原理、基本术语；

了解工程热力学基础、发动机热力循环和性能指标、产品型号；

掌握汽车发动机型号编制规则、发动机工作原理。

1.1 发动机的总体构造及基本原理

1.1.1 概述

任何机器都必须由动力驱动，汽车的动力来源于发动机。

目前汽车所采用的发动机绝大多数是各种型式的往复式活塞式内燃机，它将燃料燃烧的热能转变为机械能，故又称为热力机。按其结构特征不同可分为：汽油、柴油及多燃料发动机；点燃式与压燃式发动机；化油器式与喷射式发动机；单缸与多缸发动机；水冷式与风冷式发动机；四冲程与二冲程发动机；双气门与多气门发动机；顶置式气门与侧置式气门发动机；单排直列与 V 形排列式发动机。

1.1.2 发动机的总体构造

汽车发动机的类型很多，其具体结构原理也不尽相同，但为完成发动机工作循环所需的基本构造则大同小异。汽油机通常由两大机构和五大系统组成，柴油机则由两大机构和四大系统组成。

以某四缸四冲程汽油机（如图 1.1 所示）为例，介绍汽车发动机的一般结构。

（1）曲柄连杆机构。它包括汽缸体、汽缸盖、活塞、连杆、曲轴和飞轮等机件，是发动机借以产生动力，并将活塞的往复直线运动转变为曲轴的旋转运动而输出动力的机构。

（2）配气机构。它主要由进气门、排气门、凸轮轴、凸轮轴正时齿轮或时规链（带）等组成。其作用是将足量的新鲜气体充入汽缸并及时地从汽缸排除废气。

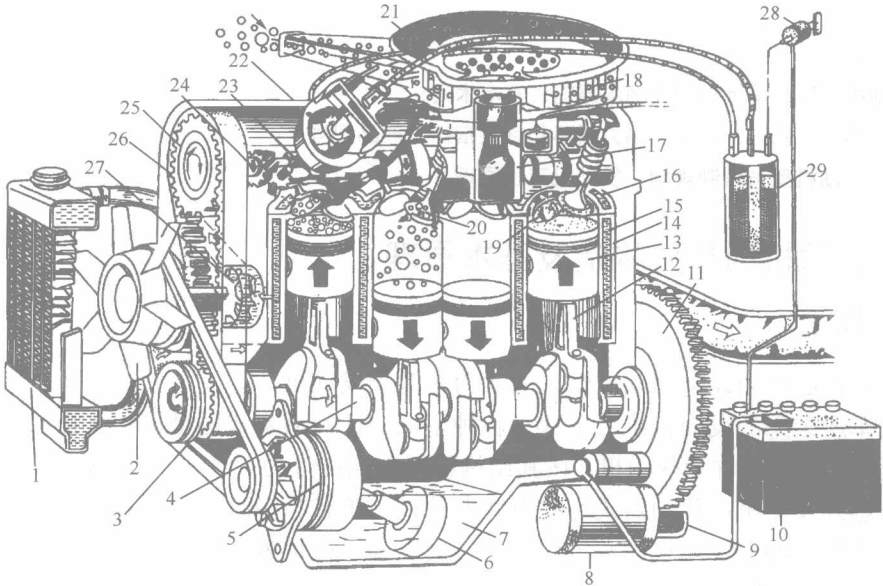
（3）燃料供给系统。化油器式汽油机的燃料供给系统主要由汽油箱、汽油泵、汽油滤清器、空气滤清器、进排气歧管、排气消声器等组成。汽油直接喷射式汽油机的燃料供给系统则包括汽油箱，汽油泵，汽油滤清器，汽油压力调节器，喷油器，空气滤清器，空气流量计，水温、进气温度、曲轴位置、节气门开度、车速、爆震等传感器，电控单元（ECU），各种执行器，进排气歧管，排气消声器等部件。柴油机燃料供给系统则由柴油箱、输油泵、柴油滤清器、喷油泵、喷油器、空气滤清器、进排气歧管、排气消声器等组成。

（4）润滑系。发动机的润滑系包括机油泵、集滤器、限压阀、润滑油道、机油滤清器、油底壳等机件。其作用是减小摩擦，降低机件磨损，并部分冷却摩擦零件，清洗摩擦表面。

（5）冷却系。发动机的冷却系分为水冷式冷却系和风冷式冷却系两种。风冷式冷却系主要由风扇、散热片等组成，水冷式冷却系则包括散热器、风扇、水泵、节温器、水套等机件。其作用是将多余的热量散发到大气中，使发动机始终处于正常的工作温度。

(6) 点火系。发动机的点火系，主要由电源、点火线圈、分电器和火花塞等组成。其作用是由压缩冲程接近尾声时所产生的高压电火花，点燃混合气。

(7) 起动系。起动系主要由起动机及附属装置组成，其作用是使静止的发动机起动并转入自行运转。



1—散热器；2—冷却风扇；3—曲轴正时齿轮；4—曲轴；5—发电机；6—机油滤清器；7—油底壳；
8—起动机；9—起动机齿轮；10—蓄电池；11—飞轮；12—连杆；13—活塞；14—汽缸体；15—水套；
16—汽缸盖；17—化油器；18—空气滤清器内芯；19—排气门；20—进气门；21—空气滤清器壳；
22—分电器；23—火花塞；24—凸轮轴；25—凸轮轴正时齿轮；26—凸轮轴正时齿带；27—水泵；
28—点火开关；29—点火线圈

图 1.1 某四缸四冲程汽油机的构造图

1.1.3 发动机的常用术语

发动机的常用术语如图 1.2 所示。

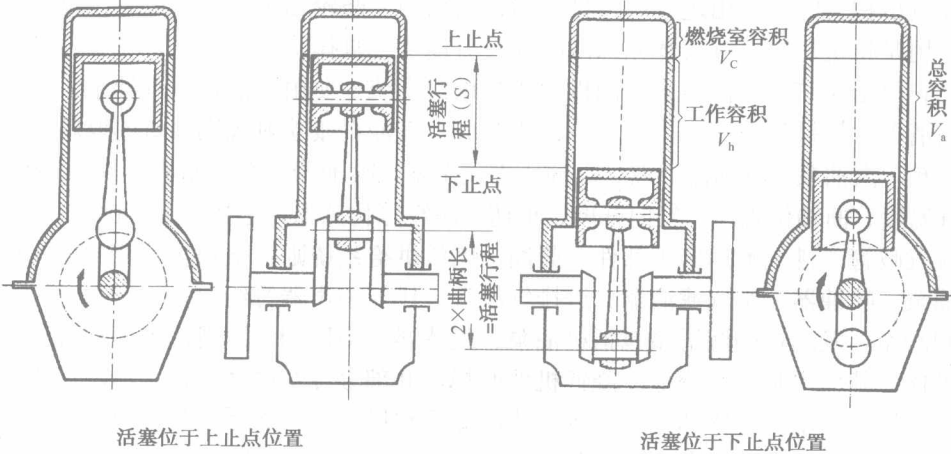


图 1.2 发动机的常用术语

1. 活塞行程与上、下止点

(1) 上止点。活塞顶距离曲轴中心最远的位置称为上止点。

(2) 下止点。活塞顶距离曲轴中心最近的位置称为下止点。

(3) 活塞行程。上、下止点间的距离称为活塞行程，用 S 表示，如图 1.2 所示。四冲程发动机的活塞每移动一个行程，曲轴必旋转半周 (180°)。若曲柄半径为 R ，则

$$S = 2R$$

2. 汽缸容积

(1) 燃烧室容积 V_c 。活塞位于上止点时，活塞顶上方的空间称为燃烧室容积，用 V_c 表示。

(2) 汽缸工作容积 V_h 。活塞从上止点运动到下止点所扫过的容积称为汽缸工作容积，用 V_h 表示 (单位为 L 或升)。

$$V_h = \frac{\pi D^2}{4} \times S \times 10^{-6}$$

式中， D ——汽缸直径 (mm)；

S ——活塞行程 (mm)。

(3) 发动机工作容积。多缸发动机各缸工作容积的总和称为发动机工作容积或发动机排量，用 V_L 表示。若发动机的汽缸数为 i ，则：

$$V_L = iV_h$$

(4) 汽缸总容积 V_a 。活塞位于下止点时，活塞上方的整个空间称为汽缸总容积，用 V_a 表示。汽缸总容积等于汽缸工作容积与燃烧室容积之和，即

$$V_a = V_h + V_c$$

3. 压缩比

汽缸总容积与燃烧室容积之比称为压缩比，用 ϵ 表示，即

$$\epsilon = \frac{V_a}{V_c} = \frac{V_h + V_c}{V_c} = 1 + \frac{V_h}{V_c}$$

ϵ 表示活塞从下止点运动到上止点时，汽缸内气体被压缩的程度，也表示缸内气体膨胀时体积变化的倍数。各种不同类型发动机对压缩比的要求各不相同，一般柴油机的压缩比较高 ($\epsilon = 16 \sim 22$)，汽油机则较低 ($\epsilon = 6 \sim 9$ ，轿车 $\epsilon = 9 \sim 11$)。

1.1.4 单缸四冲程发动机的工作原理

发动机汽缸内每产生一次动力，都要经过进气、压缩、做功和排气四个工作过程。这四个工作过程称为发动机的一个工作循环。发动机的一个工作循环如果是在曲轴旋转两周 (720°)，活塞在汽缸内上、下运动共四个活塞行程内完成的，则称为四冲程发动机。发动机的一个工作循环若在曲轴旋转一周 (360°)，活塞在汽缸内上、下运动共两个活塞行程内完成的，则称为二冲程发动机。现代汽车大多采用四冲程发动机。

1. 单缸四冲程汽油机工作原理

如图 1.3 所示为单缸四冲程汽油机的结构示意图，其工作原理与工作过程如图 1.4 所示，如图 1.5 所示则为四冲程汽油机示功图。化油器式汽油机工作时，汽油和空气先经汽缸外部的化油器初步混合形成可燃混合气，然后进入汽缸燃烧产生动力。

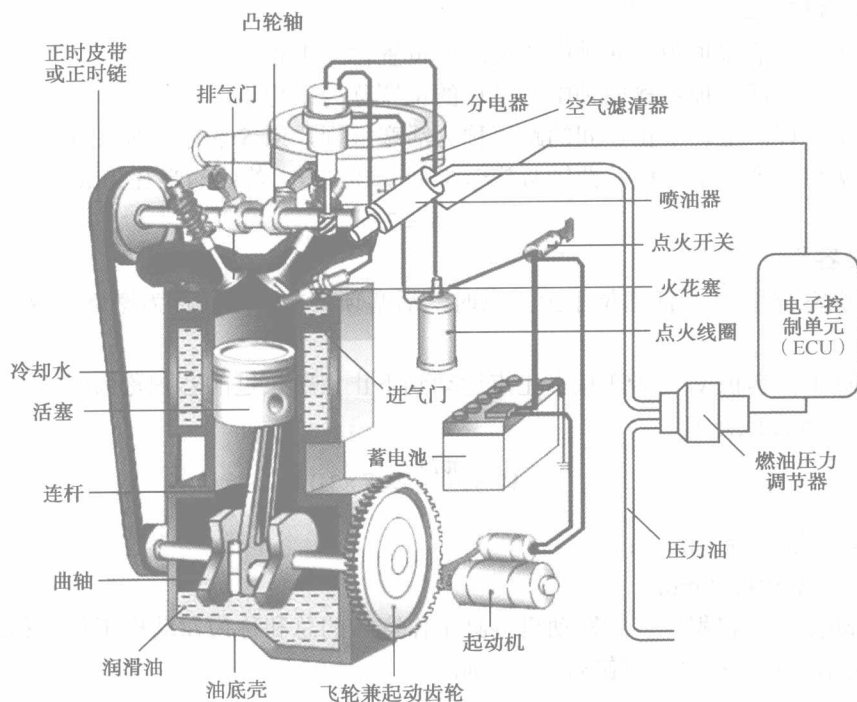


图 1.3 单缸四冲程汽油机结构示意图

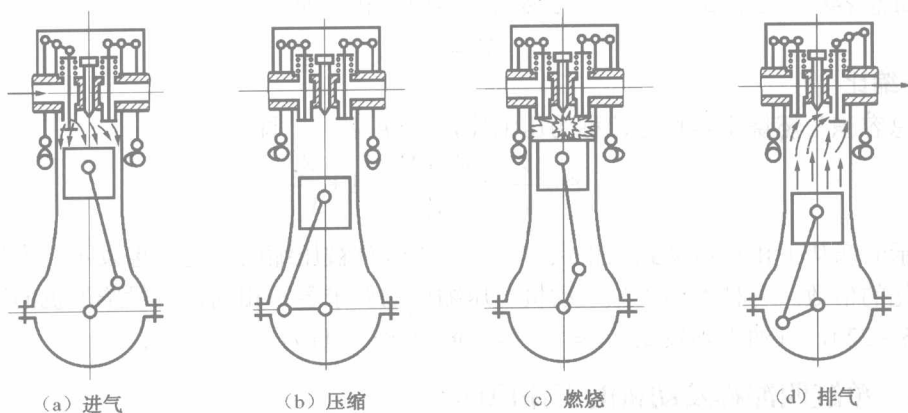


图 1.4 单缸四冲程汽油机的工作过程

(1) 进气冲程。进气冲程开始时，进气门打开，排气门关闭。曲轴旋转，通过连杆带动活塞由上止点向下止点运动；活塞顶部容积逐渐增大，汽缸内产生真空吸力，将可燃混合气经进气管、进气门吸入汽缸，如图 1.4 (a) 所示。

当活塞运行到下止点时，曲轴转过半周 (180°)，进气门关闭，进气冲程结束。进气冲程结束时，汽缸内的压力略低于外界大气压力，进气冲程示功图如图 1.5 (a) 所示。

(2) 压缩冲程。压缩冲程如图 1.4 (b) 所示，进、排气门均保持关闭状态。活塞由下止点向上止点运动，汽缸内的可燃混合气被压缩。当活塞到达上止点时，曲轴转过第二个半周 (即总共转过 360°)，压缩冲程结束。压缩冲程结束时，燃烧室内的气体压力达到 $0.6 \sim 1.5 \text{ MPa}$ ，温度达到 $600 \sim 700 \text{ K}$ 。压缩冲程示功图如图 1.5 (b) 所示。