

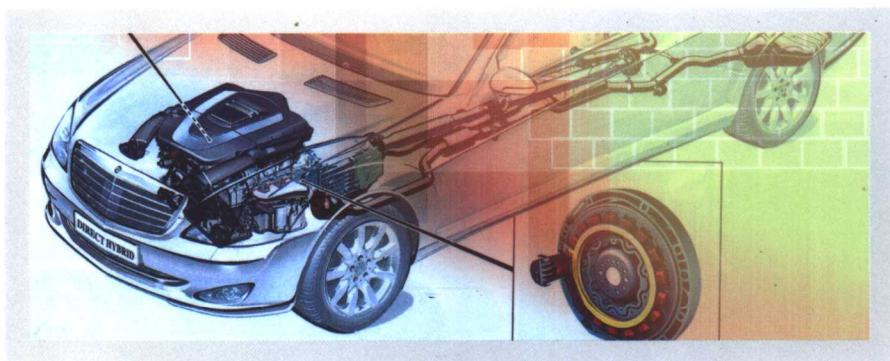
中国高等职业技术教育研究会推荐

全国教学改革试点专业课程

21世纪高等职业教育规划教材

汽车发动机构造与检修

卢若珊 主编 王正键 严朝勇 副主编



国防工业出版社

National Defense Industry Press

中国高等职业技术教育研究会推荐
全国教学改革试点专业课程
21世纪高等职业教育规划教材

汽车发动机构造与检修

卢若珊 主编
王正键 严朝勇 副主编

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书共分13章,每章均附有技能训练课题的基本要求和基本方法。本书内容主要包括汽车发动机各个机构和系统的组成、结构、工作原理、维修、检测、调试、常见故障诊断与排除等。

本书可作为高职高专院校汽车检测与维修、汽车检测与诊断、汽车运用技术、汽车电子技术等汽车技术类专业教材,也可供汽车使用人员、维修工程技术人员、技师阅读。

图书在版编目(CIP)数据

汽车发动机构造与检修/卢若珊主编. —北京:国防工业出版社,2006.9

21世纪高等职业教育规划教材

ISBN 7-118-04707-4

I. 汽... II. 卢... III. ①汽车—发动机—构造
②汽车—发动机—车辆修理 IV. U472.43

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 090967 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路23号 邮政编码100044)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 28 字数 643 千字

2006年9月第1版第1次印刷 印数 1—4000册 定价 39.00元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

21 世纪高等职业教育机电类规划教材 编审专家委员会名单

- 主任委员** 方 新(北京联合大学教授)
刘跃南(深圳职业技术学院教授)
- 委 员** (按姓氏笔画排列)
- 付文博(烟台南山学院副教授)
刘 炯(国防工业出版社副编审)
刘克旺(青岛职业技术学院副教授)
刘建超(成都航空职业技术学院副教授)
闫大建(北京科技职业学院副教授)
李景仲(辽宁省交通高等专科学校副教授)
辛再甫(国防工业出版社副编审)
蒋敦斌(天津职业大学教授)
韩玉勇(枣庄科技职业学院副教授)
颜培钦(广东交通职业技术学院副教授)

总 策 划 江洪湖 刘 炯

总 序

在我国高等教育从精英教育走向大众化教育的过程中,作为高等教育重要组成部分的高等职业教育快速发展,已进入提高质量的时期。在高等职业教育的发展过程中,各高校在专业设置、实训基地建设、双师型师资的培养、专业培养方案的制定等方面不断进行教学改革。高等职业教育的人才培养还有一个重点就是课程建设,包括课程体系的科学合理设置、理论课程与实践课程的开发、课件的编制、教材的编写等。这些工作需要每一位高职教师付出大量的心血,高职教材就是这些心血的结晶。

高等职业教育机电类专业赶上了我国现代制造业崛起的时代,中国的制造业要从制造大国走向制造强国,需要一大批高素质的、工作在生产一线的技术应用型人才,这就要求我们高等职业教育机电类专业的教师们担负起这个重任。

高等职业教育机电类专业的教材一要反映制造业的最新技术,因为高职学生毕业后马上要去现代制造业企业的生产一线顶岗,我国现代制造业企业使用的技术更新很快;二要反映某项技术的方方面面,使高职学生能对该项技术有全面的了解;三要深入某项需要高职学生具体掌握的技术,便于教师组织教学时切实使学生掌握该项技术或技能;四要适合高职学生的学习特点,便于教师组织教学时因材施教。要编写出高质量的高职教材,还需要我们高职教师的艰苦工作。

国防工业出版社组织了一批具有丰富教学经验的高职教师所编写的数控、模具、汽车、自动化、机电设备等方面的教材反映了这些专业的教学成果,相信这些专业的成功经验又必将随着本系列教材这个载体进一步推动其他院校的教学改革。

方新

《汽车发动机构造与检修》 编委会名单

主 编 卢若珊
副主编 王正键 严朝勇
编 委 卢若珊 王正键 严朝勇 洪志杰
颜培钦

前 言

近年来,世界汽车工业的发展日新月异,随着我国汽车制造企业与大众、奥迪、雪铁龙、通用、丰田、本田等世界著名汽车厂家的联合,汽车的生产在我国有了长足的发展,汽车工业已成为我国的支柱产业。由于汽车上使用的新技术、新结构不断增多,传统的维修方法相对落后,相关部分的构造原理和检修方法还不为广大从事汽车使用、维修的专业人员所熟知。同时,随着全国高等职业教育的发展,许多高等职业院校设立了与汽车相关的专业,而与之相适应的教材却严重短缺。为此,我们编写了这本兼顾传统货车和现代轿车的汽车发动机构造与检修教材。

本教材从高等职业教育的要求出发,以就业为导向,以培养高技能专门人才为目的,在编写过程中注重知识的前沿性和实用性。参与编写这本教材的人员都是长期从事汽车专业实践、教学和研究的一线教师。

本书系统地介绍了现代汽车发动机的构造、维护、常见故障及诊断、主要零部件的检修方法等,内容力求深入浅出,语言通俗易懂,插图清晰,有助于初学者学习掌握;此外教材还注重学生动手能力的培养,在主要章节的后面都附有技能训练课题,给出实训的基本要求和基本方法,可满足高等职业院校汽车类各专业的教学。

本书由卢若珊任主编,王正键、严朝勇任副主编。其中,第1章、第2章、第3章、第4章、第5章由卢若珊编写;第6章由洪志杰编写;第7章、第8章、第9章由王正键编写;第10章、第11章、第12章由严朝勇编写;第13章由颜培钦编写。中国高等职业技术教育研究会、广东交通职业技术学院和许多教师在本书的编写过程中提供了大力支持与帮助,在此表示衷心感谢!

由于编者水平有限,加之时间仓促,书中一定有不少缺点和错误,恳请各位读者批评指正。

编者

目 录

第 1 章 发动机基本知识	1
1.1 发动机总体构造及工作原理	1
1.1.1 发动机的概念及种类	1
1.1.2 发动机基本结构与基本术语	1
1.1.3 发动机的总体构造与工作原理	2
1.1.4 发动机编号规则	6
1.2 发动机燃烧过程及性能指标	7
1.2.1 汽油机的燃烧过程	7
1.2.2 柴油机的燃烧过程	11
1.2.3 发动机的性能指标	13
复习思考题	16
第 2 章 曲柄连杆机构	17
2.1 曲柄连杆机构的构造	17
2.1.1 概述	17
2.1.2 汽缸体与曲轴箱组	18
2.1.3 活塞连杆组	23
2.1.4 曲轴飞轮组	32
2.2 曲柄连杆机构的维护与检修	39
2.2.1 曲柄连杆机构的维护	39
2.2.2 曲柄连杆机构的检修	42
2.3 曲柄连杆机构的故障诊断	55
2.3.1 曲轴主轴承响	55
2.3.2 发动机飞轮固定螺栓松动	56
2.3.3 曲轴平衡片位置装错	56
2.3.4 连杆轴承响	56
2.3.5 活塞敲缸响	57
2.3.6 活塞销响	57
2.3.7 点火敲击响	58
技能训练	58
实训 1 曲柄连杆机构的拆装与检修	58
实训 2 曲柄连杆机构常见故障诊断	59
复习思考题	60

第3章 配气机构	61
3.1 配气机构的构造	61
3.1.1 概述	61
3.1.2 配气机构主要零件和组件	64
3.1.3 可变气门	71
3.2 配气机构的维护与检修	74
3.2.1 配气机构的维护	74
3.2.2 配气机构的检修	77
3.3 配气机构的故障诊断	82
3.3.1 气门脚响	83
3.3.2 气门挺柱响	83
3.3.3 气门座响	83
3.3.4 气门弹簧响	83
3.3.5 正时齿轮响	84
3.3.6 凸轮轴异响	84
3.3.7 液力挺柱响	84
技能训练	85
实训1 配气机构拆装、调整与检修	85
实训2 配气机构的故障诊断	86
复习思考题	86
第4章 冷却系统	88
4.1 冷却系统的构造	88
4.1.1 概述	88
4.1.2 水冷却系统主要部件	90
4.2 冷却系统的维护与检修	96
4.2.1 冷却系统的维护	96
4.2.2 冷却系统的检修	96
4.3 冷却系统的故障诊断	99
4.3.1 过热	99
4.3.2 过冷	100
4.3.3 渗漏	101
技能训练	101
实训 水冷却系统的拆装与检修	101
复习思考题	102
第5章 润滑系统	103
5.1 润滑系统的构造	103
5.1.1 概述	103
5.1.2 润滑系统的组成及润滑油路	104
5.1.3 润滑系统主要机件	105

5.1.4	曲轴箱通风	110
5.2	润滑系统的维护与检修	112
5.2.1	润滑系统的维护	112
5.2.2	润滑系统主要机件的检修	113
5.3	润滑系统的故障诊断	115
5.3.1	机油压力过低	115
5.3.2	机油压力过高	116
5.3.3	机油消耗过多	117
	技能训练	118
实训	润滑系统拆装与检修	118
	复习思考题	118
第6章	化油器式汽油机燃料供给系统	120
6.1	汽油机燃料供给系统的功用与组成	120
6.1.1	汽油机燃料供给系统的作用	120
6.1.2	化油器式汽油机燃料供给系统的组成	120
6.2	简单化油器与可燃混合气	121
6.2.1	简单化油器	121
6.2.2	可燃混合气的形成过程	122
6.2.3	可燃混合气的浓度	122
6.2.4	发动机工况对可燃混合气浓度的要求	123
6.3	现代化油器	124
6.3.1	现代化油器的基本结构	124
6.3.2	化油器的几个主要零件和附属装置	129
6.3.3	典型的化油器	134
6.3.4	凯虹(Keihin)型化油器	138
6.4	供给系统的其他装置	144
6.4.1	空气滤清器	144
6.4.2	进气歧管	144
6.4.3	谐振进气系统	146
6.4.4	排气系统	147
6.4.5	汽油箱	149
6.4.6	汽油滤清器	150
6.4.7	汽油泵	150
6.5	供给系统的故障诊断	151
6.5.1	不来油或来油不畅	151
6.5.2	混合气过稀	152
6.5.3	混合气过浓	154
6.5.4	怠速不良	154
6.5.5	加速不良	157

6.5.6 加浓不良	157
技能训练	160
实训 化油器的拆装、检验与调整	160
复习思考题	161
第7章 电子控制汽油喷射系统	162
7.1 概述	162
7.1.1 分类	162
7.1.2 组成与工作过程	163
7.2 电控汽油喷射系统主要部件结构与工作原理	167
7.2.1 汽油供给系统主要部件结构与工作原理	167
7.2.2 空气供给系统主要部件结构与工作原理	169
7.2.3 电子控制系统主要部件结构与工作原理	175
7.2.4 公共数据线控制技术	179
7.3 电控汽油直接喷射系统	180
7.3.1 组成与工作原理	180
7.3.2 主要部件的结构与工作原理	180
7.4 电控汽油喷射系统的故障诊断	183
7.4.1 故障诊断注意事项	183
7.4.2 故障诊断的基本原则	183
7.4.3 电子控制系统的检修	184
7.5 电控系统及主要部件的故障检修	189
7.5.1 进气系统的检查	189
7.5.2 燃油系统的检查	189
7.5.3 电控系统的检查	192
技能训练	201
实训1 电子控制燃油喷射系统常用检测诊断仪器的使用	201
实训2 电子控制燃油喷射系统的故障诊断	202
复习思考题	203
第8章 柴油机燃油供给系统	204
8.1 概述	204
8.1.1 柴油机燃油供给系统的功用	204
8.1.2 柴油机燃油供给系统的组成	204
8.1.3 燃油供给线路	204
8.1.4 柴油机的燃烧室	206
8.2 喷油器	207
8.2.1 轴针式喷油器	207
8.2.2 孔式喷油器	209
8.3 喷油泵	209
8.3.1 喷油泵的功用与分类	209

8.3.2	柱塞式喷油泵	211
8.3.3	分配泵	219
8.4	调速器	224
8.4.1	调速器的功用	224
8.4.2	调速器的种类	224
8.4.3	机械式调速器的基本工作原理	224
8.4.4	几种机械式调速器的构造和工作	227
8.5	柴油机燃料供给系统的辅助装置	230
8.5.1	燃油箱	230
8.5.2	输油泵	230
8.5.3	滤清器	232
8.6	柴油机燃料供给系统的检修	233
8.6.1	喷油泵总成的检修	233
8.6.2	输油泵的检修	239
8.6.3	喷油器的检修	240
8.7	柴油机燃料供给系统的调试	240
8.7.1	柱塞式喷油泵及调速器的调试	240
8.7.2	分配式喷油泵的调试	244
8.8	柴油机燃料供给系统的故障诊断	246
8.8.1	柱塞式喷油泵调速器总成及喷油器故障诊断	246
8.8.2	分配系的故障诊断与排除	250
	技能训练	253
	实训 喷油器、喷油泵的拆检与调试	253
	复习思考题	255
第9章	柴油机电控系统	256
9.1	概述	256
9.1.1	电控柴油喷射的优点	256
9.1.2	电控柴油喷射系统的类型	256
9.1.3	电控柴油喷射的基本原理	257
9.2	柴油机电控系统的组成及工作原理	257
9.2.1	电子控制柱塞式喷油泵	257
9.2.2	电子控制分配式喷油泵	260
9.3	柴油机电控系统的故障诊断	265
9.3.1	故障自诊断	265
9.3.2	失效保险	269
9.3.3	柴油机电子控制系统常见故障	269
9.3.4	柴油机电子控制系统常见故障分析	270
	技能训练	273
	实训 柴油机电控系统认识和常见故障诊断	273

复习思考题.....	274
第 10 章 气体燃料汽车	275
10.1 气体燃料的种类及性质	275
10.1.1 气体燃料的种类	275
10.1.2 气体燃料的性质	276
10.1.3 甲烷及丙烷的燃料特性	278
10.2 气体燃料汽车的改装布置及性能	280
10.2.1 气体燃料汽车的概况	280
10.2.2 气体燃料汽车的改装	281
10.2.3 气体燃料汽车的布置及性能	283
10.3 燃料供给系统	289
10.3.1 混合器	289
10.3.2 气体燃料喷射器及其控制	295
10.3.3 减压调节器	299
10.3.4 气瓶	300
技能训练.....	302
实训 液化石油气汽车(LPGV)废气的测量	302
复习思考题.....	303
第 11 章 内燃机排放净化	304
11.1 概论	304
11.1.1 汽车环境污染物的形成机理及危害	304
11.1.2 控制汽车环境污染物的对策	313
11.1.3 汽车环境污染物的计量单位	315
11.1.4 汽车环境污染物的测量	316
11.2 汽油机有害排放物的控制方法	320
11.2.1 汽油机有害排放物的影响因素分析	320
11.2.2 汽油机排气污染物的控制措施	322
11.3 柴油机有害排放物的控制方法	344
11.3.1 柴油机有害排放物的影响因素分析	344
11.3.2 柴油机排气污染物的控制措施	346
技能训练.....	360
实训 排气净化装置的认识与检查.....	360
复习思考题.....	360
第 12 章 发动机装配与试验	361
12.1 发动机特性	361
12.1.1 发动机工况	361
12.1.2 发动机负荷特性	363
12.1.3 发动机速度特性	366
12.1.4 柴油机调速特性	373

12.1.5	发动机的万有特性	377
12.1.6	发动机的调整特性	380
12.1.7	发动机的功率标定及进气修正	383
12.2	发动机的装配、调整与磨合	387
12.2.1	发动机的装配与调整	387
12.2.2	发动机的磨合	391
12.2.3	发动机总成修理竣工技术条件	393
12.3	发动机试验	393
12.3.1	发动机试验的分类	393
12.3.2	发动机试验的项目与方法	394
12.3.3	发动机参数的测量及测试设备	398
	技能训练.....	408
	实训 发动机特性试验.....	408
	复习思考题.....	410
第13章	发动机综合故障的诊断与排除	411
13.1	发动机异响的诊断	411
13.1.1	发动机异响的类型及原因	411
13.1.2	发动机异响的诊断方法	411
13.1.3	常见异响的人工诊断法	412
13.1.4	发动机异响的仪器测试法	422
13.2	发动机综合故障的诊断与排除	424
13.2.1	发动机不能发动	425
13.2.2	发动机工作异常	425
	技能训练.....	431
	实训1 汽缸压缩压力的测量	431
	实训2 化油器式发动机点火系统与供给系统综合故障的诊断	432
	复习思考题.....	433
	参考文献.....	434

第 1 章 发动机基本知识

1.1 发动机总体构造及工作原理

1.1.1 发动机的概念及种类

发动机是将其他形式的能量转变为机械能的一种机械装置。汽车所采用的发动机是内燃机,即利用燃料在发动机内部燃烧,并将燃烧产生的热能直接转变为机械能的机器。

内燃机种类很多,按活塞运动形式的不同,可分为往复活塞式和转子式;按所用燃料不同,可分为汽油机和柴油机;按工作循环不同,可分为四冲程机和二冲程机;按汽缸排列不同,可分为单行直线排列机和双行 V 形排列机;按汽缸数不同,可分为单缸机和多缸机等。

1.1.2 发动机基本结构与基本术语

1. 基本结构

如图 1-1 所示,发动机基本结构包括汽缸体、汽缸、活塞、连杆、曲轴和进排气门等。其基本工作原理是:燃料从进气门进入汽缸,在汽缸内燃烧膨胀,推动活塞下行,通过连杆带动曲轴旋转,对外输出动力。从而将热能转变为机械能。

2. 基本术语

如图 1-1 所示,发动机常用的基本术语如下。

(1) 上止点。活塞往复运动时,其顶面离曲轴回转中心最远的位置。

(2) 下止点。活塞往复运动时,其顶面离曲轴回转中心最近的位置。

(3) 活塞行程。上下止点之间的距离,用 $S(\text{mm})$ 表示。

(4) 活塞冲程。活塞由一个止点运行到另一个止点的过程。

(5) 曲柄半径。曲轴上的主轴颈中心线到连杆轴颈中心线的垂直距离,用 $R(\text{mm})$ 表示。可见, $S=2R$ 。

(6) 汽缸工作容积。活塞从一个止点到另一个止点所扫过的容积,即活塞面积与行程的乘积,用 $V_h(\text{L})$ 表示。

$$V_h = \frac{\pi D^2}{4 \times 1} S$$

式中 V_h ——汽缸工作容积(L);

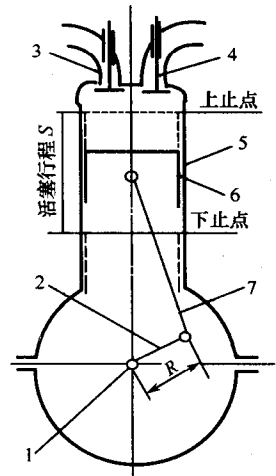


图 1-1 发动机基本术语

- 1—曲轴回转中心; 2—曲柄;
- 3—进气门; 4—排气门;
- 5—汽缸; 6—活塞;
- 7—连杆。

D ——汽缸直径(mm)；

S ——活塞行程(mm)。

(7) 发动机工作容积。多缸发动机各汽缸工作容积的总和，也叫发动机排量，用 V_L (L) 表示。

$$V_L = V_h i$$

式中 i ——发动机汽缸数；

V_L ——发动机工作容积，即发动机排量(L)。

(8) 燃烧室容积。活塞在上止点时，活塞顶面的汽缸空间容积，用 V_c (mm) 表示。

(9) 汽缸总容积。活塞在下止点时，活塞顶面的汽缸空间容积，用 V_a (mm) 表示。

$$V_a = V_h + V_c$$

(10) 压缩比。汽缸总容积与燃烧室容积的比值，用 ϵ 表示。

$$\epsilon = V_a / V_c$$

压缩比表示活塞由下止点运动到上止点时汽缸内的气体被压缩的程度。压缩比越大，燃烧后产生的压力越大。

(11) 工作循环。发动机内进行的每一次能量转换的一系列连续过程。

1.1.3 发动机的总体构造与工作原理

1. 发动机的总体构造

发动机是一台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，具体构造各种各样，但就其总体结构而言，基本上都是由如下的机构和系统组成的。

图 1-2 是一台四缸四冲程汽油机的总体结构图，下面以它来介绍发动机的一般构造。

1) 曲柄连杆机构

曲柄连杆机构由机体组、活塞连杆组、曲轴飞轮组三部分构成。它是发动机产生动力，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

配气机构主要由气门组和气门传动组构成。其功用是使得新鲜气体适时充入汽缸并及时从汽缸排出废气。

3) 燃料供给系统

对于不同的发动机燃料供给系统，其构成也不一样。但总体上有空气供给装置、燃油供给装置和废气排出装置等。对于电子控制的还有电控装置。其功用是根据发动机工作情况要求，对空气和燃油进行滤清、混合、供给并将废气排出发动机。

4) 冷却系统

冷却系统有水冷式和风冷式两种，现代汽车多用水冷式。水冷式主要由水泵、散热器、风扇、水套等构成。它的功用是保证发动机在最适宜的温度下工作。

5) 润滑系统

润滑系统主要由机油泵、滤清器、油道、油底壳和限压阀等构成。它的主要功用是将润滑油输送到相对运动的零件表面，减小摩擦力，减少机件的磨损。

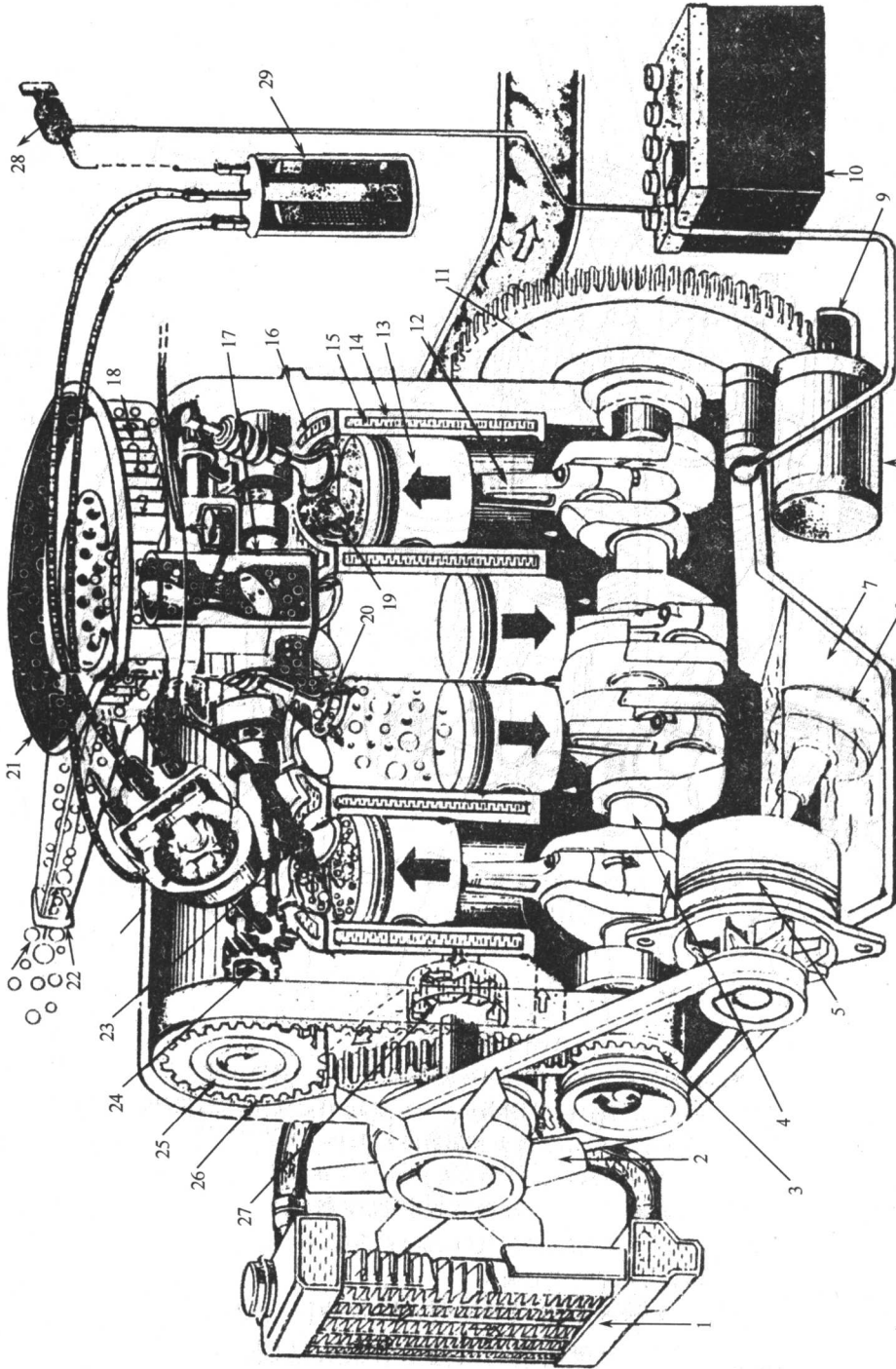


图1-2 四缸四冲程汽油机结构总图

- 1—散热器；2—冷却风扇；3—曲轴正时齿轮；4—曲轴；5—发电机；6—机油集滤器；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—正时齿带；27—水泵；28—点火开关；29—点火线圈。