



◆ 林家让 编著

汽车构造

发 动 机 篇

含
光
盘



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

华北水利水电学院图书馆



209166392

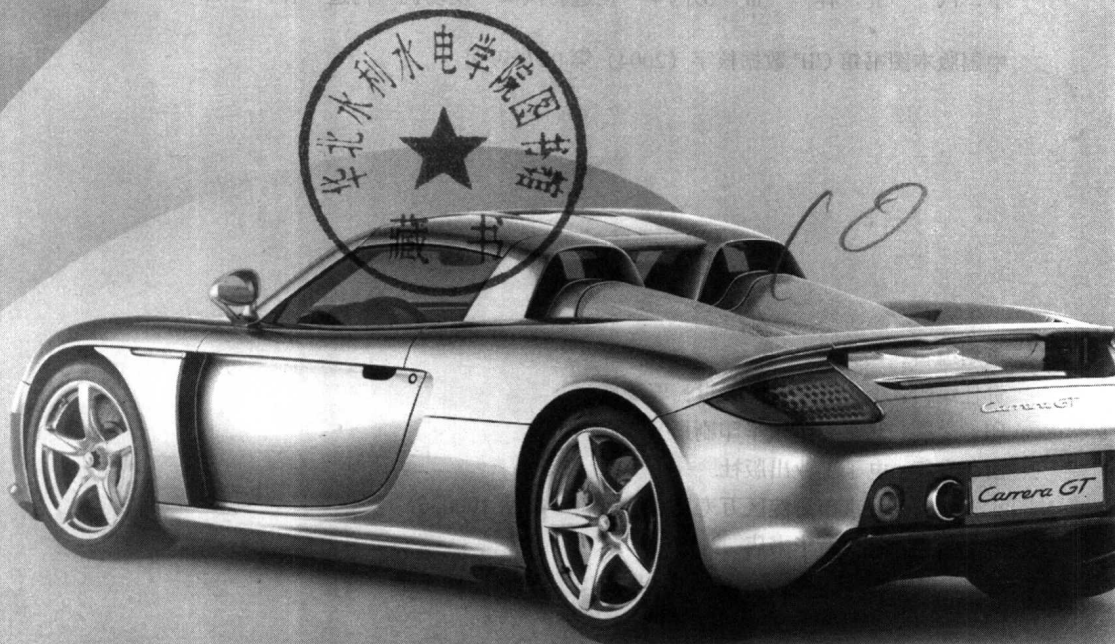
U463

L505

◆ 林家让 编著

汽车构造

(发动机篇)



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

北京·BEIJING

916639

内 容 简 介

本书在介绍汽车发动机工作原理和总体构造的基础上,详细介绍了发动机对各系统工作性能的要求、各系统的结构和工作原理。本书内容还涉及一些发动机零部件的设计、发动机故障和部分维修知识。本书为《汽车构造(底盘篇)》的姊妹篇,通过本书的学习可使读者对现代汽车结构有一个较全面的了解。

本书附有多媒体光盘,用大量立体或平面动画生动、直观地介绍了汽车发动机部分零部件的结构和工作原理。

本书可作为高等院校汽车及发动机及非汽车专业类教材,也可作为汽车使用及维修技术人员的参考资料。

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

汽车构造. 发动机篇/林家让编著. —北京:电子工业出版社, 2004. 6

ISBN 7-121-00008-3

I. 汽… II. 林… III. ①汽车-构造②汽车-发动机-构造 IV. U463

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 057459 号

策划编辑:马文哲

责任编辑:李 洁 特约编辑:郭茂威

印 刷:北京天竺颖华印刷厂

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

经 销:各地新华书店

开 本:787×980 1/16 印张:12.5 字数:305 千字

印 次:2004 年 6 月第 1 次印刷

印 数:5000 册 定价:25.00 元(含光盘 1 张)

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。
联系电话: (010) 68279077。质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

前 言

中国汽车工业在 21 世纪得到了突飞猛进的发展,2004 年初,全国汽车产量突破了 400 万辆大关。目前,国内拥有私家汽车的中国人越来越多,渴望了解、学习和掌握汽车方面的知识的人也越来越多。

汽车是一种高技术含量的复杂机械产品,无论是对汽车专业学生还是对汽车机械结构方面知识比较欠缺的学习者来说,了解汽车各总成结构和基本工作原理的难度是较大的。编著者在多年的汽车构造教学中,在这点上深有体会。在汽车构造教学实践中,同时还体会到让学习者理解和掌握讲课内容,除了课本和讲课艺术外,如果能辅以大量的图形,尤其是动画图形,则教学效果非常明显。

为此,编著者在教学实践的同时,除编写文字教材外,还花费了很大的精力来制作含有大量立体和平面动画的多媒体课件。经过几年努力,在成功开发了《汽车构造(底盘篇)》多媒体课件教材后,又创作了《汽车构造(发动机篇)》多媒体课件。经过几年的教学实践证明,这两套多媒体课件教材对讲解汽车复杂而枯燥的机械构造是十分有效的。《汽车构造(底盘篇)》多媒体课件在 2003 年“第七届全国多媒体软件大奖赛”中,受到评委和专家一致好评,并获得三等奖。

作为《汽车构造(底盘篇)》的姊妹篇,《汽车构造(发动机篇)》的文字教材和多媒体课件主要讲述了汽车发动机几大组成部分各种典型零部件的结构和基本工作原理。书中内容包括:汽车发动机简明发展史、汽车发动机曲柄连杆机构、发动机机体与气缸盖、发动机配气系统、汽油机燃料系统和柴油机燃料系统、发动机润滑系统、冷却系统和起动系统以及汽油机的点火系统等方面的知识。学习者可以通过文字教材和多媒体课件的学习,来掌握现代汽车发动机总成的结构和基本工作原理。

本书及配套光盘适于大学本科生作专业课和选修课教材,也可作为其他级别学校的选用教材。同时适合于汽车制造、修理、使用单位作培训教材。若本书及配套光盘能使对汽车发动机不甚熟悉的读者,学习和了解汽车发动机方面的知识,编著者将感到无比欣慰。

恳切希望本教材和课件的使用者提出批评指正。

编著者

2004 年 3 月于西安交通大学

目 录

第1章 汽车发动机工作原理和总体构造	(1)
1.1 发动机的发展	(1)
1.2 往复式活塞式发动机基本术语	(6)
1.3 发动机的基本性能指标	(8)
1.4 往复式活塞式发动机工作原理	(11)
1.5 往复式活塞式发动机的总体构造	(17)
复习思考题	(22)
第2章 发动机曲柄连杆机构	(23)
2.1 活塞组	(23)
2.2 连杆组	(33)
2.3 曲轴组	(37)
复习思考题	(44)
第3章 发动机机体与气缸盖	(45)
3.1 机体与气缸套	(45)
3.2 气缸盖	(54)
3.3 油底壳、气缸垫和气缸盖罩盖	(59)
复习思考题	(61)
第4章 发动机配气系统	(62)
4.1 配气机构的功用和对发动机性能的影响	(62)
4.2 配气机构的布置和工作原理	(63)
4.3 配气机构的零部件	(65)
4.4 发动机配气定时	(80)
4.5 新型配气机构	(81)
4.6 发动机增压系统	(83)
复习思考题	(86)
第5章 汽油机燃料供给系统	(88)
5.1 传统化油器供油系统	(88)
5.2 汽油喷射系统	(104)
5.3 排气净化装置	(125)
复习思考题	(126)
第6章 柴油机燃料供给系统	(127)
6.1 柴油	(127)
6.2 柴油机供油系统的功用和组成	(130)
6.3 柴油机供油系统的零部件及工作原理	(131)
6.4 喷油角度自动提前器和调速器	(142)
复习思考题	(149)
第7章 发动机润滑系统	(150)
7.1 润滑系统功能和润滑方式	(150)

7.2 润滑系统的组成和润滑油	(151)
7.3 润滑系统主要零部件	(155)
7.4 润滑系统常见故障	(161)
复习思考题	(162)
第8章 发动机冷却系统	(163)
8.1 汽车发动机水冷却系统	(163)
8.2 强制循环水冷却系统的主要零部件	(165)
复习思考题	(170)
第9章 发动机起动系统	(171)
9.1 汽车发动机对起动系统的要求	(171)
9.2 发动机起动系统类型	(171)
9.3 电力起动系统	(172)
9.4 辅助起动措施	(174)
复习思考题	(175)
第10章 汽油机点火系统	(176)
10.1 发动机点火系概述	(176)
10.2 汽油机的点火正时	(178)
10.3 点火系统的零部件结构及工作原理	(179)
复习思考题	(187)
附录A 典型汽车发动机介绍	(188)
参考文献	(191)

汽车发动机工作原理和总体构造

1.1 发动机的发展

内燃机是指燃料在机器内部燃烧，将燃料的化学能转变为机械能的装置。往复式活塞式发动机、旋转活塞式发动机和燃气轮机等都是内燃机。内燃机动力被广泛应用于交通运输机械、农业机械、工程机械和发电机组等各个方面。

往复式活塞式四冲程汽油机是德国人奥托（Nicolaus A. Otto）在大气压力式发动机基础上，于 1876 年发明并投入运行的。由于采用了进气、压缩、作功和排气四个冲程，发动机的热效率从大气压力式的 11% 提高到 14%，而发动机的质量却降低了 70%。1892 年德国工程师狄塞尔（Rudolf Diesel）发明了压燃式发动机即柴油机。由于采用高压压缩比和膨胀比，热效率比当时其他发动机又提高了一倍。1956 年，德国人汪克尔（F. Wankel）发明了转子式发动机，使发动机转速得以较大幅度的提高。但因活塞、机体等冷却困难，汪克尔发动机只在一定领域得到了发展。直到 1964 年，德国 NSU 公司才首次将转子式发动机安装在轿车上。

发动机从 1876 年发明初期的结构简单、体积大和功率小，发展成为今天的结构复杂、体积小和功率大的现代发动机，成为了当今世界一个重要的动力装置，图 1-1 (a) 至图 1-1 (z) 为世界各国的著名发动机。

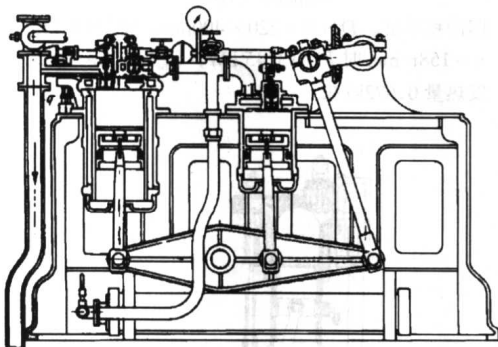
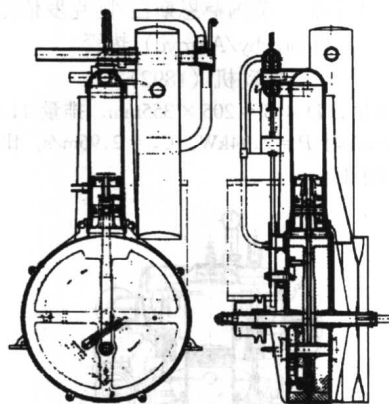


图 1-1 (a) 美国布雷登 (Brayton)
柴油机 (1872)

$n = 201 \text{ r/min}$, $P = 3.1 \text{ kW}$



1-1 (b) 德国戴姆勒/迈巴赫 (Daimler/Maybach)
汽油机 (1885)

四冲程单缸, $D \times S = 52 \times 100 \text{ mm}$, 排量 0.212 L , $n = 600 \text{ r/min}$ 时 $P = 0.367 \text{ kW}$, $C_m = 2.0 \text{ m/s}$, 比发热量 0.347 kJ/L

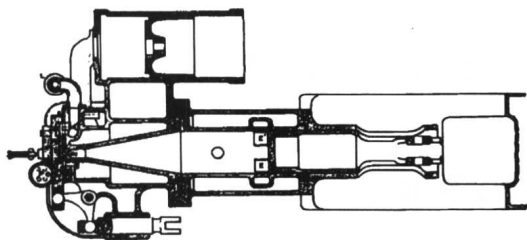


图 1-1 (c) 英国克拉克 (Clerk)
柴油机 (1885)

二冲程单缸, $D \times S = 127 \times 203\text{mm}$, 排量 2.57L,
 $n = 212\text{r/min}$ 时 $P = 2\text{kW}$, $C_m = 1.43\text{m/s}$, 比发热量
 0.219kJ/L

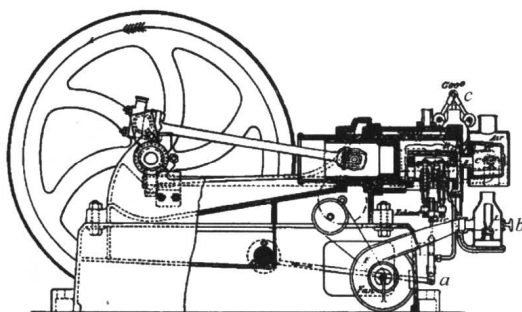


图 1-1 (d) 德国奔驰 (Benz)
汽油机 (1885)

四冲程单缸, $D \times S = 91.4 \times 150\text{mm}$, 排量 0.984L,
 $n = 400\text{r/min}$ 时 $P = 0.88\text{kW}$, $C_m = 2.0\text{m/s}$, 比发热量
 0.197kJ/L

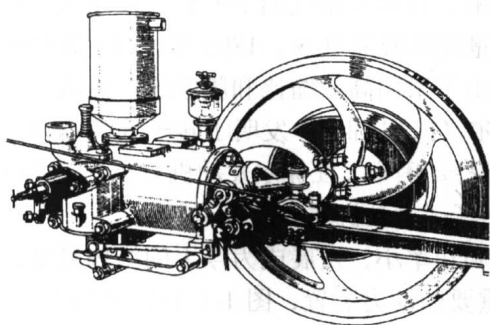


图 1-1 (e) 英国赫恩斯白/阿克罗依德
(Hornsby/Akroyd) 热管
发动机 (1892)

四冲程单缸, $D \times S = 205 \times 355\text{mm}$, 排量 11.72L,
 $n = 250\text{r/min}$ 时 $P = 2.94\text{kW}$, $C_m = 2.96\text{m/s}$, 比发热量
 0.120kJ/L

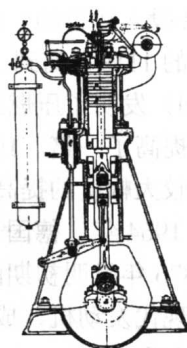


图 1-1 (f) 狄塞尔 3 (Diesel) 型
柴油机 (1897)

四冲程单缸, $D \times S = 220 \times 400\text{mm}$, 排量 15.2L,
 $n = 158\text{r/min}$ 时 $P = 13.45\text{ kW}$, $C_m = 2.1\text{m/s}$, 比
发热量 0.672kJ/L

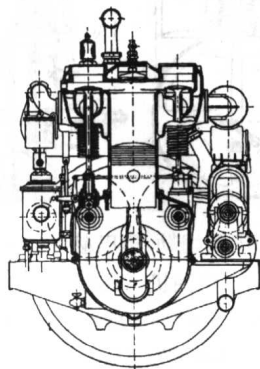
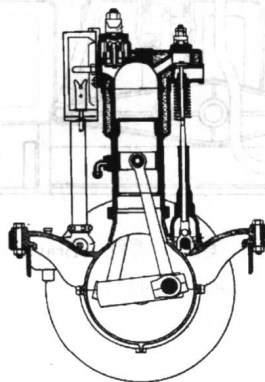


图 1-1 (g) 德国梅塞德斯 (Mercedes)
发动机 (1902)



1-1 (h) 法国朋哈得/雷瓦索 (Panhard/Levassor)
汽油机 (1902)

四冲程 4 缸, $D \times S = 91 \times 127\text{mm}$, 排量 3.3L,
 $n = 800\text{r/min}$ 时 $P = 11\text{kW}$, $C_m = 33.9\text{m/s}$, 比发热量
 0.501kJ/L

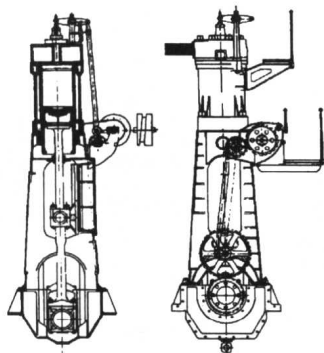


图 1-1 (i) 英国拉皮尔 (Napier)
汽油机 (1904)

四冲程 4 缸, $D \times S = 88.9 \times 101.6\text{mm}$, 排量 2.52L,
 $n = 900\text{r/min}$ 时 $P = 11\text{kW}$, $C_m = 3.09\text{m/s}$, 比发热量 0.58kJ/L

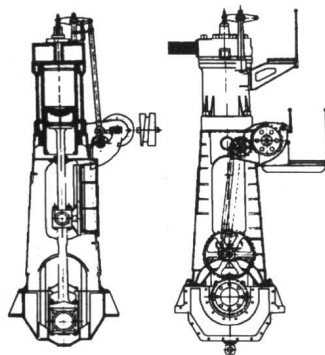


图 1-1 (j) B&W 公司
柴油机 (1912)

四冲程 8 缸, $D \times S = 530 \times 730\text{mm}$, 排量 1 288.4L,
 $n = 140\text{r/min}$ 时 $P = 919\text{kW}$, $C_m = 3.4\text{m/s}$, 比发热量 0.56kJ/L

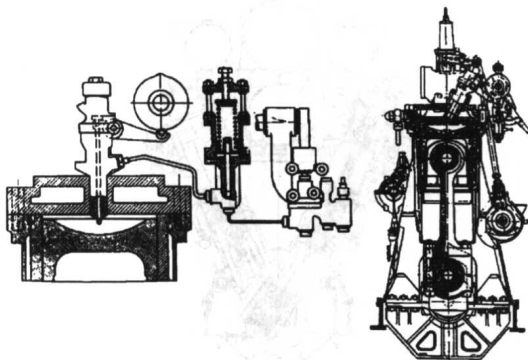


图 1-1 (k) 英国维克 (Vicker) U 形机座
柴油机 (1914)

四冲程 8 缸, $D \times S = 368.3 \times 381\text{mm}$, 排量 324.7L, $n = 380\text{r/min}$
时 $P = 588\text{kW}$, $C_m = 4.83\text{m/s}$, 比发热量 0.572kJ/L

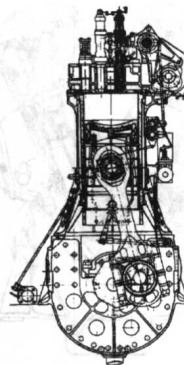


图 1-1 (l) 德国 MAN 公司 S6V45/42U 型机座
柴油机 (1917)

四冲程 6 缸, $D \times S = 450 \times 420\text{mm}$, 排量 400.8L, $n = 450\text{r/min}$
时 $P = 882\text{kW}$, $C_m = 6.3\text{m/s}$, 比发热量 0.405kJ/L

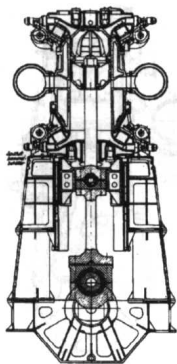


图 1-1 (m) 德国吕恩堡格 (Nürnberg)
柴油机 (1917)

二冲程 6 缸, $D \times S = 850 \times 1\ 200\text{mm}$, 排量 4 085.6L,
 $n = 160\text{r/min}$ 时 $P = 8\ 823\text{kW}$, $C_m = 6.4\text{m/s}$, 比发热量 0.59kJ/L

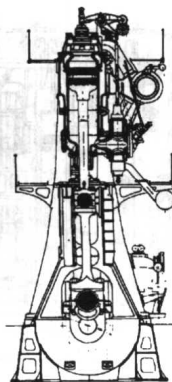


图 1-1 (n) 荷兰多佩尔维尔肯得柴油机
(Doppeltwirkender) (1925)

四冲程 6 缸, $D \times S = 820 \times 1\ 500\text{mm}$, 排量 4 752.9L,
 $n = 94\text{r/min}$ 时 $P = 4\ 870\text{kW}$, $C_m = 4.7\text{m/s}$, 比发热量 0.654kJ/L

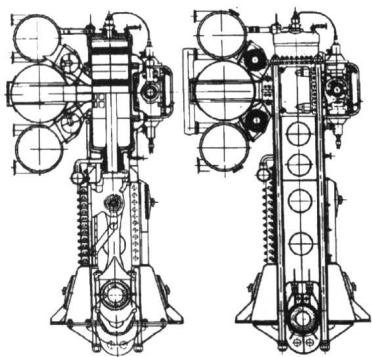


图 1-1 (o) MAN 公司 M9Z42/46
柴油机 (1933)

四冲程 6 缸, $D \times S = 420 \times 580\text{mm}$, 排量 921.6L,
 $n = 450\text{r/min}$ 时 $P = 581\text{kW}$, $C_m = 8.7\text{m/s}$, 比发热量
 0.514kJ/L

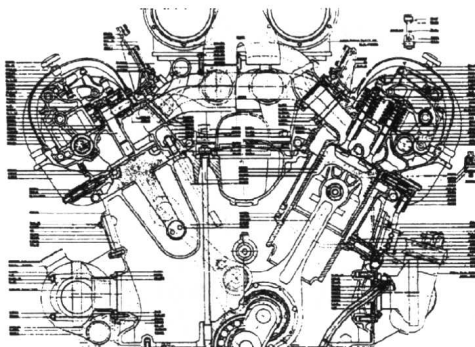


图 1-1 (p) 迈巴赫 GO6
柴油机 (Maybach) (1935)

四冲程 V12 缸 (60°), $D \times S = 160 \times 200\text{mm}$, 排量
48.24L, $n = 1400\text{r/min}$ 时 $P = 441\text{kW}$, $C_m = 9.33\text{m/s}$,
比发热量 0.78kJ/L

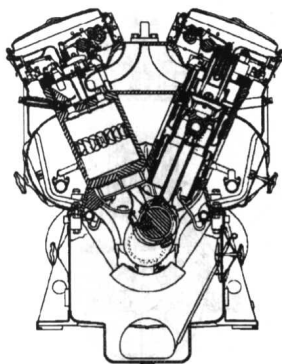


图 1-1 (q) 通用 GMC567
柴油机 (1938)

二冲程 V6 缸, $D \times S = 216 \times 254\text{mm}$, 排量 55.8L,
 $n = 800\text{r/min}$ 时 $P = 486\text{kW}$, $C_m = 6.77\text{m/s}$, 比发热量
 0.65kJ/L

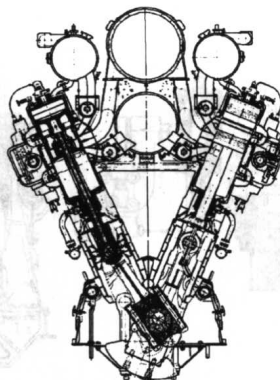


图 1-1 (r) MAN 的 V12Z32/44
柴油机

二冲程 V12 缸 (45°), $D \times S = 320 \times 440\text{mm}$, 排量
1629.6L, $n = 600\text{r/min}$ 时 $P = 9265\text{kW}$, $C_m = 8.8\text{m/s}$,
比发热量 0.58kJ/L

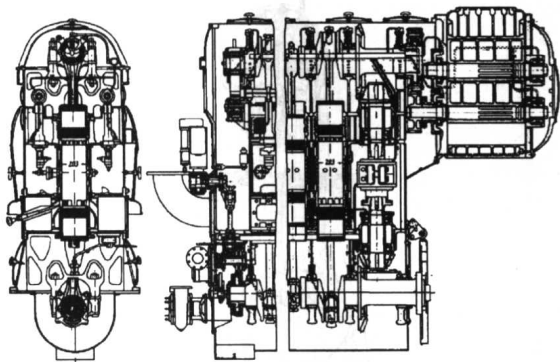


图 1-1 (s) 美国茨维塔克 (Zweitakt)
柴油机 (1941)

二冲程 10 缸, $D \times S = 206.37 \times 254\text{mm}$, 排量 169.9L,
 $n = 720\text{r/min}$ 时 $P = 1167.5\text{kW}$, $C_m = 6.1\text{m/s}$, 比发热量
 0.577kJ/L

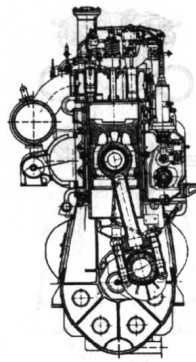


图 1-1 (t) 克鲁伯 F46 (Krupp)
柴油机 (1942)

四冲程 6 缸, $D \times S = 400 \times 460\text{mm}$, 排量 346.8L, $n =$
 520r/min 时 $P = 242.6\text{kW}$, $C_m = 7.97\text{m/s}$, 比发热量
 0.88kJ/L

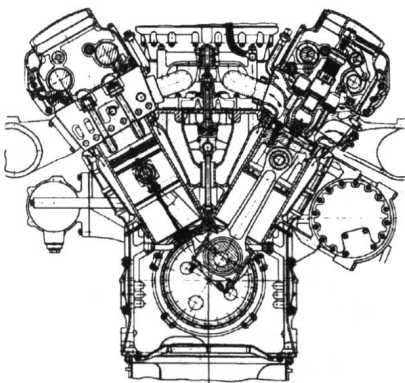


图 1-1 (u) 梅巴赫 MD 柴油机 (1950)
四冲程 V16 缸 (60°), $D \times S = 185 \times 200\text{mm}$, 排量 86L,
 $n = 1500\text{r/min}$ 时 $P = 1470\text{kW}$, $C_m = 10\text{m/s}$, 比发热量
 1368kJ/L

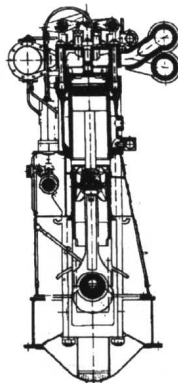


图 1-1 (v) MAN 的 K6V30/45
柴油机 (1951)
四冲程 6 缸, $D \times S = 300 \times 450\text{mm}$, 排量 190.85L,
 $n = 375\text{r/min}$ 时 $P = 882\text{kW}$, $C_m = 6.0\text{m/s}$, 比发热量 1.5kJ/L

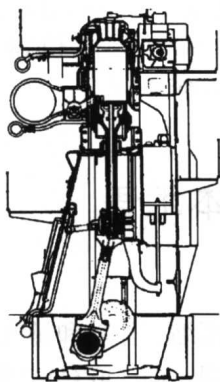


图 1-1 (w) 瑞士苏尔寿 (Sulzer) RSD75
柴油机 (1953)
二冲程 5 缸, $D \times S = 760 \times 1550\text{mm}$, 排量 86L,
 $n = 1500\text{r/min}$ 时 $P = 1470\text{kW}$, $C_m = 6.15\text{m/s}$, 比发热量
 0.536kJ/L

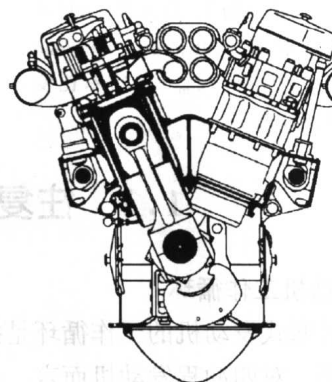


图 1-1 (x) 法国维尔塔克
PC2 柴油机 (1961)
四冲程 V 型, $D \times S = 400 \times 460\text{mm}$, 排量 57.8L,
 $n = 420\text{r/min}$ 时 $P = 183.8\text{kW}$, $C_m = 5.88\text{m/s}$, 比发热量
 0.909kJ/L

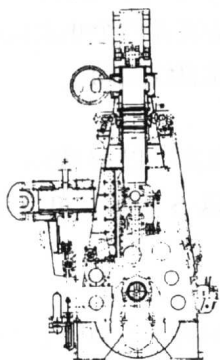


图 1-1 (y) 茨维塔克 (Zweitakt) 76J
柴油机 (1964)
二冲程 3 缸, $D \times S = 670 \times 1640\text{mm}$, 排量 754.5L,
 $n = 120\text{r/min}$ 时 $P = 1324\text{kW}$, $C_m = 6.56\text{m/s}$, 比发热量
 0.88kJ/L

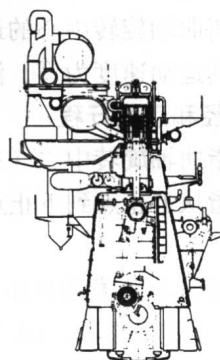


图 1-1 (z) MAN 的 KZ105/
180 柴油机 (1965)
二冲程 5 缸, $D \times S = 1050 \times 1800\text{mm}$, 排量 7793L,
 $n = 106\text{r/min}$ 时 $P = 2941\text{kW}$, $C_m = 6.36\text{m/s}$, 比发热量
 1068kJ/L

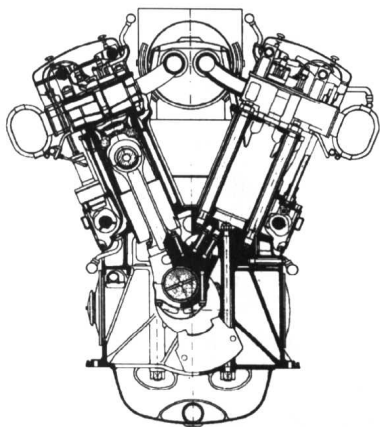


图 1-1 (z1) MAN 的 V40/54
柴油机 (1968)

四冲程 V10 (50°), $D \times S = 400 \times 540\text{mm}$, 排量 679L, $n = 400\text{r/min}$ 时 $P = 3\,990\text{kW}$, $C_m = 7.2\text{m/s}$ 比发热量 1.8kJ/L

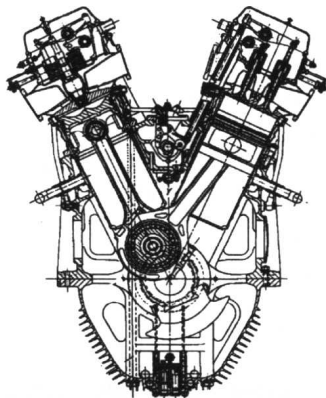


图 1-1 (z2) 斯耐尔博特 (Schnellboot)
柴油机 (1975)

四冲程 V20 (40°), $D \times S = 185 \times 250\text{mm}$, 排量 86L, $n = 1\,500\text{r/min}$ 时 $P = 1\,470\text{kW}$, $C_m = 10\text{m/s}$, 比发热量 1.368kJ/L

1.2 往复活塞式发动机基本术语

1. 发动机工作循环

往复活塞式发动机的工作循环是指发动机完成一次进气、压缩、做功和排气四个工作过程的整个循环。对四冲程发动机而言, 一个工作循环曲轴旋转两周, 即 720°CA (曲轴转角), 活塞往复运动两次。对二冲程发动机而言, 一个工作循环曲轴旋转一周, 即 360°CA , 活塞往复运动一次。曲轴不断旋转, 发动机工作循环则周而复始地进行下去。

2. 上止点和下止点

止点是指活塞移动的极端位置。当活塞运动到离曲轴旋转中心的最远位置, 称为上止点。当活塞运动到离曲轴旋转中心的最近位置, 称为下止点。由于活塞在两个止点间往复运动, 所以在止点处, 其运动速度为零, 活塞在上下止点间的运动是变速直线运动。

3. 曲柄半径和活塞行程

曲柄半径指曲轴旋转中心 (主轴颈中心) 到曲柄销中心的距离, 以 R 表示, 单位是 mm。

活塞行程指从上止点到下止点或反之活塞所走过的距离, 以 S 表示, 单位是 mm。显然, $S = 2 \times R$ 。

4. 气缸工作容积和发动机排量

气缸工作容积指活塞顶面从上止点到下止点或反之所扫过的容积, 以 V_h 表示, 单位是升 (记作 L)。气缸工作容积计算式为

$$V_h = \frac{1}{4 \times 10^6} \pi D^2 S \quad (\text{L})$$

式中 D ——气缸直径, mm;

S ——活塞行程, mm。

发动机排量指发动机所有气缸工作容积的总和, 以 V_L 表示, 单位是升 (记作 L), 计算式为

$$V_L = iV_h \text{ (L)}$$

式中 i ——气缸数。

5. 压缩比

发动机压缩比定义为气缸总容积和燃烧室容积之比, 以 ϵ 表示。

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

式中 V_a ——气缸总容积, 是燃烧室容积和气缸工作容积之和, 即 $V_a = V_h + V_c$;

V_c ——燃烧室容积。

发动机基本术语的图形表达如图 1-2 所示。

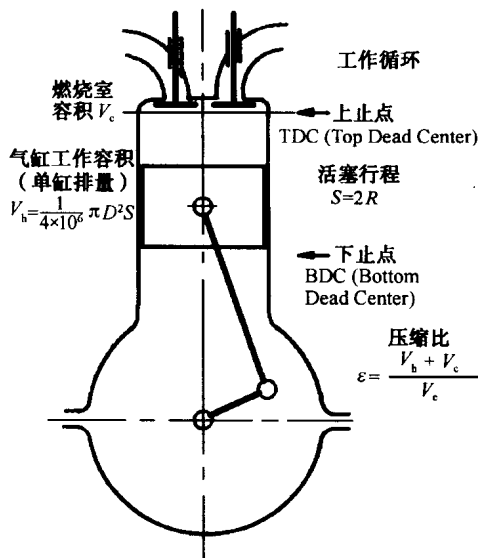


图 1-2 发动机基本术语

6. 发动机运转工况和特性

发动机运转工况指发动机某一时刻的运行状态, 一般指发动机转速 n 和有效功率 P_e 或转速 n 和转矩 T_{iq} 。发动机的负荷指发动机工作时遇到阻力矩的大小。因发动机平均有效压力 p_{me} 正比于转矩, 故可用 p_{me} 来表示负荷的高低。

发动机速度特性指加速踏板不动的情况下, 发动机有效功率 P_e 、有效燃油消耗率 b_e 、输出转矩 T_{iq} 和排气温度等性能指标随转速 n 的变化关系。汽车加速踏板不动, 汽车行驶速度将随道路阻力变化而变化, 发动机在速度特性下工作。当加速踏板踩到底时 (最大供油位置), 发动机的速度特性称为外特性。发动机的负荷特性指发动机转速不变时, 其性能指标随负荷的变化关系。当道路阻力变大, 汽车挡位不变, 发动机转速要下降时, 可踩下加速踏板来维持发动机转速不变, 此时发动机在负荷特性下工作。发动机万有特性是指将多参数的特性曲线, 表示在同一张图上来观察各种性能参数的变化。

7. 发动机示功图

发动机示功图指相对于活塞不同位置时或曲轴不同转角时气缸内工质压力的变化,前者称 $p-V$ (压力容积) 示功图,后者称 $p-\phi$ 示功图。示功图用示功器或发动机数据采集仪获得。从示功图上可以看到发动机工作循环的不同阶段中气缸内工质压力的变化,从而对发动机工作过程的完善程度进行判断,因此示功图是研究发动机工作过程的重要试验数据。

1.3 发动机的基本性能指标

发动机的基本性能指标包括动力性能指标、经济性能指标、环保指标、结构指标、运转指标和制造工艺性等。

1.3.1 发动机的动力性能指标

1) 有效功率

有效功率是指发动机在单位时间内发出的有效功,以 P_e 表示,单位是 kW。评定工作循环好坏的指示功率指标,在扣除了摩擦损失功率和驱动发动机其他附件消耗的功率后,就得到发动机的有效功率。发动机有效功率可在试验台架上,用测功器和转速计测出发动机在某一工况下曲轴输出转矩和同一工况下的转速后计算获得。

$$P_e = \frac{T_h n}{9550} = \frac{p_h V_h n i}{30 \tau} \quad (\text{kW})$$

式中 T_h ——曲轴输出转矩, $\text{N}\cdot\text{m}$;

n ——发动机转速, r/min ;

p_h ——平均有效压力, MPa ;

V_h ——气缸工作容积, L ;

i ——气缸数;

τ ——冲程数。

发动机在一定时间内运行,连续发出的功率有四种标定方式,即 15min 功率、1h 功率、12h 功率和持久功率,发动机用途不同,功率值的标定方式也不同。汽车发动机一般标定为 15min 功率。

2) 有效转矩

有效转矩是指发动机曲轴输出的转矩,以 T_{iq} 表示,单位是 $\text{N}\cdot\text{m}$ 。发动机有效转矩正比于功率,反比于转速。最大有效转矩发生时的发动机转速高低,对汽车克服地面阻力矩的大小影响很大。发生最大转矩时的发动机转速越低,汽车克服阻力矩的能力越强。转矩储备系数指最大转矩与标定功率时的转矩之比,该值大,意味着发动机转矩特性较好。

3) 转速指标

转速指标是指发动机曲轴每分钟转动的转数,以 n 表示,单位是 r/min 。发动机转速的意义在于它和发动机功率、转矩等指标有关系,指定有效功率、最大转矩时,应指出相应的转速。可以用发动机转速来区分高速、中速和低速发动机。1 000 r/min 转速以上称高速发动机,汽车上发动机都是高速发动机,汽油机转速在 4 000~7 000 r/min ,柴油机转速在 3 000 r/min

左右。300~1 000r/min 转速称中速发动机, 300r/min 转速以下称低速发动机。

标定工况时的转速和最大转矩时的转速之比称为转速适应性系数。该系数大一点较好。

4) 平均有效压力

平均有效压力是指一个假想的、平均不变的压力作用到活塞顶上, 使活塞移动一个冲程所作的功等于每循环所作的有效功, 以 p_{me} 表示, 单位是 MPa。平均有效压力是衡量发动机动力性能的一个重要参数, 发动机有效功率正比于平均有效压力。提高平均有效压力可通过改善燃烧、减少散热损失等途径来达到。平均有效压力可通过测得的发动机示功图得到或通过计算求得。

1.3.2 发动机的经济性能指标

1) 有效燃油消耗率

有效燃油消耗率是指单位功率在单位时间内燃料的消耗量, 以 b_e 表示, 单位是 g/(kW·h)。有效燃油消耗率在发动机试验台架上测得。

2) 有效润滑油消耗率

有效润滑油消耗率是指单位功率在单位时间内润滑油的消耗量, 以 b_m 表示, 单位是 g/(kW·h)。该参数越小, 发动机质量越高, 现代发动机的有效润滑油消耗率在 1 g/(kW·h) 以下。

3) 有效热效率

有效热效率是指实际循环发出的有效功与消耗的燃料的热值之比, 以 η_{et} 表示。现代柴油机标定工况下的有效热效率不超过 45%, 汽油机不超过 30%。

4) 制造经济性

制造经济性指的是发动机材料成本、加工成本和加工工艺性等。

1.3.3 发动机的环保性能指标

1) 发动机的有害排放

发动机的有害排放指的是 CO、HC、NO_x 和除水以外的其他有害液体或固体微粒。为了保护生态环境, 对现代汽车发动机有害排放物进行了严格地限制, 详见第 5 章的有关内容。

2) 发动机的运转噪声

为了维持正常的生活、工作、学习环境, 对城市噪声进行了限制。长期在高噪声环境下生活, 会降低人的思维能力, 使人烦躁不安。汽车发动机噪声是城市噪声的一个重要来源, 因此更应对发动机运转噪声进行限制。如我国标准规定, 轿车运行噪声不应大于 82dB。

1.3.4 发动机的结构性能指标

1) 比容积

比容积定义为单位容积的发动机功率, 以 N_v 表示, 单位是 kW/m³。升功率定义为标定工况下, 单位气缸工作容积发出的有效功率, 以 P_L 表示, 单位是 kW/L。比容积大的发动机, 其体积较小。

2) 比功率质量

比功率质量指单位标定功率的发动机干质量 (无冷却液、润滑油和燃油的发动机质量),

以 N_w 表示, 单位是 kg/kW 。比功率质量小的发动机, 其干质量较小。

比容积和比功率质量指标表示了发动机结构的紧凑性。

1.3.5 发动机的运转性能指标

1) 可靠性

可靠性是指在规定的运转条件下, 发动机具有持续工作、不会因故障而影响正常运转的能力。可靠性指标可用在发动机保证期内的不停车故障数、停车故障数、更换主要零件和非主要零件数等来考核。汽车发动机可靠性也可以用发动机发生首次故障时汽车的行驶里程、平均故障间隔里程或主要零件损坏率来评定。

2) 耐久性

耐久性是指发动机的寿命, 即发动机主要磨损件磨损到大修极限时的汽车运行里程数。一般以发动机有效功率下降到原机的 75%、曲轴主轴颈和连杆轴颈或活塞和气缸套磨损超过一定的标准来决定发动机大修。使用因素对发动机寿命有很大的影响。

1.3.6 我国发动机型号编制规则

按照国家标准 GB/ 725—1991 的规定, 发动机型号应指出发动机使用燃料类型、企业名称、发动机主要结构特征和用途特征等, 详见表 1-1。

表 1-1 发动机型号编制规定 (GB/725—1991)

部位		中 部						后 部		尾部
含义	系列 代号	换代 符号	地方和企业代号	缸数	气缸布 置形式	冲程	缸径 mm	结构特征	用途特征	设计 区分
代号			拼音字母	数字	缺 省: L 型或 单缸 V: V 型 P: 平卧型	缺省: 四冲程 E: 二冲程	数字	缺省: 水冷 F: 风冷 N: 凝气冷却 S: 十字头式 Z: 增压 Z _L : 增压中冷 Dz: 可逆转	缺省: 通用或固定 T: 拖拉机用 M: 摩托车用 G: 工程机械用 Q: 汽车用 J: 机车用 D: 发电用 C: 船用右机 Cz: 船用左机 Y: 农用运输车 L: 林业机械用	数字 或 字母
示例:										
6135Q				6 缸	L 型	四冲程	135	水冷	汽车用柴油机	
10V120FQ				10 缸	V 型	四冲程	120	风冷	汽车用柴油机	
12VE230ZCz				12 缸	V 型	二冲程	230	增压水冷	船用左机柴油机	
1E65F				单缸	L 型	二冲程	65	风冷	通用汽油机	
BJ492QA			BJ, 北京汽车制造厂	4 缸	L 型	四冲程	92	水冷	汽车用汽油机	变形
EQ6100-1			EQ, 第二汽车制造厂	6 缸	L 型	四冲程	100	水冷	汽车用汽油机	变形

1.4 往复活塞式发动机工作原理

1.4.1 四冲程汽油机工作原理

四冲程汽油机活塞在一个工作循环中从上止点到下止点，又从下止点到上止点往复运动两次，同时完成进气、压缩、作功和排气四个工作过程。其工作循环示意如图 1-3 所示。

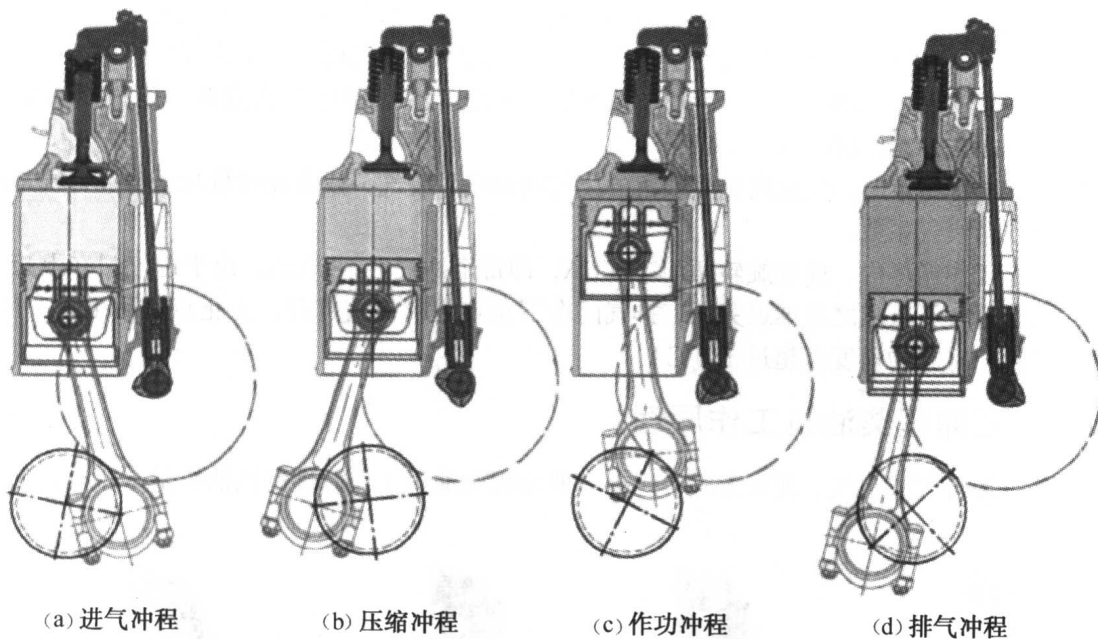


图 1-3 四冲程汽油机工作原理

1. 进气冲程

进气冲程时曲轴转动使活塞从上止点运动到下止点。在上止点之前，进气门已打开，以减少活塞从上止点开始下移的抽真空阻力。而排气门在上止点尚未关闭，以利用排气惯性尽量排出上一个循环的废气。活塞下移，气缸内容积逐渐增加，产生真空，燃料和空气形成的可燃混合气从已开启的进气门进入气缸内。活塞下移一定距离后，排气门才关闭。由于进气门的节流作用，使进入气缸的混合气压力低于大气压力。进气冲程结束，气缸内混合气压力为 $0.08 \sim 0.09 \text{ MPa}$ 。在气缸内热态零件和残余废气温度的影响下，进气冲程结束时，混合气温度上升到 $370 \sim 400 \text{ K}$ 。为了充分利用进气惯性多进一些混合气，进气门在下止点之后才关闭。

2. 压缩冲程

压缩冲程时曲轴转动使活塞从下止点运动到上止点。由于进排气门关闭，随着活塞上移，气缸容积变小，缸内混合气被压缩，压力温度都升高。压缩冲程结束时，气缸内混合气压力可达 $0.8 \sim 1.5 \text{ MPa}$ ，温度上升到 $600 \sim 750 \text{ K}$ ，但并未达到汽油空气混合气自燃的温度。因此，在活塞接近上止点之前 $10^\circ \sim 15^\circ \text{ CA}$ ，通过火花塞点火，使混合气在接近定容状态下燃烧，压力温度迅速升高。