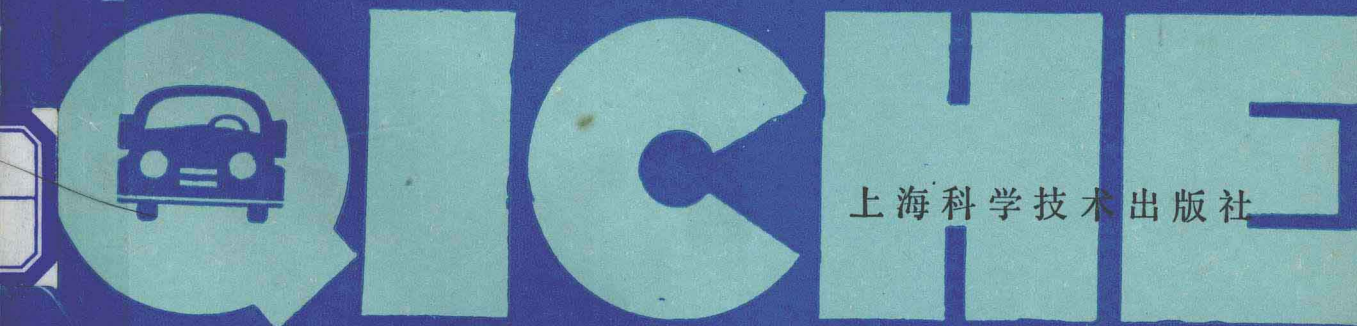


汽车修理工 中级技术培训教材(中册)

(汽车构造与修理)

汽车运输职工教育研究会主编



上海科学技术出版社

汽车修理工

中级技术培训教材

中 册

(汽车构造与修理)

汽车运输职工教育研究会 主编

上海科学技术出版社

内 容 提 要

本书是汽车修理工中级技术培训教材的中册。全书共分五章，内容有汽车发动机的构造与修理；汽车底盘的构造与修理；汽车电器设备的构造与检测；汽车检测与总装；汽车修理的工艺组织及全面质量管理知识。在每一章之后附有若干复习思考题。书末附有表格，为读者介绍了国内外新型车种的使用与维修数据。

本书可作为汽车修理工中级技术培训教材，也可供汽车驾驶员、技术人员及有关专业学校师生自学阅读。

中 册

(汽车维修与检测)

主编 汽车运输职工教育研究会

汽车修理工中级技术培训教材

中 册

(汽车构造与修理)

汽车运输职工教育研究会 主编

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路 450 号)

新华书店上海发行所发行 江苏句容排印厂排版

上海市印刷三厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 20.5 字数 491,000

1989 年 9 月第 1 版 1989 年 9 月第 1 次印刷

印数 1—13,000

ISBN 7-5323-1725-0/U·14 定价：6.90 元

前 言

本教材系由本会委托上海市交通运输局人事教育处,根据交通部1987年12月颁发的《汽车修理专业工人技术等级标准》中级汽车修理工应知和应会内容进行编写的,初稿编出后,曾在各省(市)汽车运输行业内部使用。经过教学实践,对内容作了修订,增添了新型车辆的篇幅。另根据读者要求,增加了中级应会考核办法和实例。

本教材分为三册,上册《机械制图与机械基础》、中册《汽车构造与修理》和下册《应会考核办法和实例》。本册共分五章。第一、三、四章由吴钦文同志编写;第二章由吴正权同志编写;第五章由张有庆同志编写。在编写过程中,参考了汽车运输职工教育研究组1985年编写的《汽车修理工技术培训教材》中的部分内容,谨此对有关同志表示衷心的感谢。

由于我们水平有限,不足之处恳请广大读者提出批评指正。

汽车运输职工教育研究会

1989年3月

目 录

第一章 汽车发动机的构造与修理	1
第一节 发动机的工作原理及主要工作特性	1
第二节 曲柄连杆结构	9
第三节 配气机构	26
第四节 润滑系	33
第五节 冷却系	37
第六节 汽油发动机燃料系	41
第七节 柴油发动机燃料系	62
第八节 发动机的装复与试验	83
复习思考题	90
第二章 汽车底盘的构造与修理	93
第一节 汽车的行驶与传动	93
第二节 离合器	96
第三节 变速器与分动器	108
第四节 万向传动装置	130
第五节 驱动桥	138
第六节 行驶系	151
第七节 转向系	169
第八节 制动系	190
复习思考题	239
第三章 汽车电器设备的构造与检测	242
第一节 点火系及电源装置	242
第二节 起动系	259
第三节 部分电器与电路	264
第四节 常见电路故障分析	272
第五节 汽车电器试验	275
复习思考题	281
第四章 汽车检测与总装	283

第一节	汽车性能检测方法和试验	283
第二节	发动机水力测功试验	283
第三节	汽油发动机不解体测试	285
第四节	发动机废气与黑烟的测量	290
第五节	汽车的总装	293
第六节	汽车的检验	297
复习思考题	.....	301
第五章	汽车修理的工艺组织及全面质量管理知识	302
第一节	工艺组织	302
第二节	全面质量管理知识	304
附录	.....	316
1	.....	316
2	.....	316
3	.....	316
4	.....	316
5	.....	316
6	.....	316
7	.....	316
8	.....	316
9	.....	316
10	.....	316
11	.....	316
12	.....	316
13	.....	316
14	.....	316
15	.....	316
16	.....	316
17	.....	316
18	.....	316
19	.....	316
20	.....	316
21	.....	316
22	.....	316
23	.....	316
24	.....	316
25	.....	316
26	.....	316
27	.....	316
28	.....	316
29	.....	316
30	.....	316
31	.....	316
32	.....	316
33	.....	316
34	.....	316
35	.....	316
36	.....	316
37	.....	316
38	.....	316
39	.....	316
40	.....	316
41	.....	316
42	.....	316
43	.....	316
44	.....	316
45	.....	316
46	.....	316
47	.....	316
48	.....	316
49	.....	316
50	.....	316
51	.....	316
52	.....	316
53	.....	316
54	.....	316
55	.....	316
56	.....	316
57	.....	316
58	.....	316
59	.....	316
60	.....	316
61	.....	316
62	.....	316
63	.....	316
64	.....	316
65	.....	316
66	.....	316
67	.....	316
68	.....	316
69	.....	316
70	.....	316
71	.....	316
72	.....	316
73	.....	316
74	.....	316
75	.....	316
76	.....	316
77	.....	316
78	.....	316
79	.....	316
80	.....	316
81	.....	316
82	.....	316
83	.....	316
84	.....	316
85	.....	316
86	.....	316
87	.....	316
88	.....	316
89	.....	316
90	.....	316
91	.....	316
92	.....	316
93	.....	316
94	.....	316
95	.....	316
96	.....	316
97	.....	316
98	.....	316
99	.....	316
100	.....	316

第三篇 汽车的构造与修理

第一章 汽车发动机的构造与修理

第一节 发动机的工作原理及主要工作特性

发动机是进行能量转换的一种机器。汽车发动机的作用是将燃料(汽油或柴油)与空气混合在气缸中燃烧放出的热能转变成机械能,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。

汽车发动机按照使用燃料的不同,燃烧汽油的叫汽油发动机,燃烧柴油的叫柴油发动机,按照一个工作循环活塞在气缸中运动次数分为四冲程发动机和二冲程发动机。

一、四冲程汽油发动机的工作原理

四冲程汽油发动机的工作循环,以单缸为例,如图3-1-1所示。发动机在外力带动下,使曲轴旋转,通过连杆带动活塞在气缸中上下往复运动。活塞在气缸中连续往复运动四个冲程有一次作功过程,这四个冲程的次序为:进气、压缩、作功、排气。当气缸中产生作功后发动机即自行运转。

活塞在气缸中运动到最高点时活塞顶部在缸内的位置叫上止点,运动到最低点时活塞顶部在缸内的位置叫下止点。上、下止点间的距离叫活塞行程,容积叫工作容积,也叫排量。活塞上止点以上的容积叫燃烧室容积。燃烧室容积加工作容积叫气缸总容积。

进气冲程: 曲轴带动活塞从上止点向下止点运动,随着活塞顶上方容积的增大,压力下降产生真空度,此时,进气门打开,可燃混合气被吸入气缸,直至活塞运动到下止点结束。在这个过程中,曲轴转过180度,排气门关。气缸中压力约为68.6~88.2千帕(0.7~0.9公斤力/厘米²)温度约80~130℃。

压缩冲程: 此时进、排气门都关闭,曲轴继续旋转,活塞从下止点向上止点运动,随着活塞的上行,气缸中的可燃混合气受压缩,直至活塞运动到上止点。在进气冲程进入气缸的可燃混合气被压缩到燃烧室中,气体压力上升达588~1470千帕(6~15公斤力/厘米²),温度升

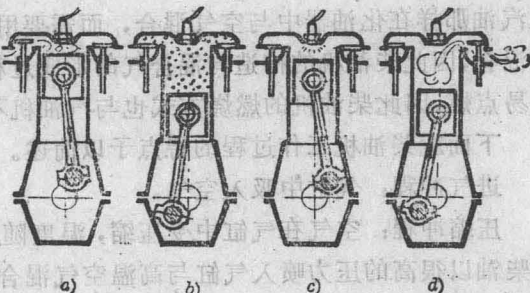


图 3-1-1 发动机工作循环图

高达250~300℃。压缩冲程结束,气缸中的压力和温度的高低,在很大程度上取决于压缩比的大小,(压缩比 $\epsilon = \text{气缸总容积} V_0 / \text{燃烧室容积} V_c$)。在发动机技术状况良好的情况下压缩比大,压缩冲程结束气缸中的压力和温度也高。压缩压力越高,功率也越大。但压缩比由于受汽油抗爆性等因素影响,不能太高,一般为6~9。气缸中压缩终了压力的大小,除压缩比外,与进入气缸中气体量的多少和气缸有无漏气现象有关。进气不足或有漏气现象,将使压缩压力下降,功率也将下降。

作功冲程:在曲轴的继续转动下,活塞又从上止点向下止点运动。在活塞的上一个冲程结束前,火花塞将可燃混合气点燃。当作功冲程活塞开始离开上止点时,可燃混合气燃烧产生的压力达到最高,约2940~4900千帕(30~50公斤力/厘米²),温度约2000~2500℃,此时进排气门仍关闭,强大的气体压力作用在活塞顶上,通过连杆传给曲轴,使曲轴旋转,对外输出动力。活塞运动到下止点,作功冲程结束。

排气冲程:曲轴和飞轮利用作功冲程贮存的惯性力矩继续旋转,带动活塞由下止点向上止点运动,此时排气门打开,进气门关闭。燃烧后的废气被活塞驱赶出气缸,直到活塞运动到上止点。此时气缸内压力约107.8~117.6千帕(1.1~1.2公斤力/厘米²),温度约700~800℃。这个温度将为下一个循环进入气缸的可燃混合气预热。若这个温度过高,将造成气缸进气不足和易于产生爆燃,这对发动机工作是有害的。

综上所述,发动机完成一个工作循环,曲轴转过720度,活塞在气缸中往复运动四次,进排气门各打开一次,发动机有一次作功。

二、四冲程柴油发动机的工作原理

四冲程柴油发动机的工作过程与四冲程汽油发动机基本相同。但由于柴油的性质与汽油不同,因此柴油机的构造和工作原理则与汽油机不同。如柴油的粘度大,挥发性差,不能象汽油那样在化油器中与空气混合,而需要用高压油泵和喷油器将柴油强行喷入气缸与空气混合,因此柴油机的构造与混合气的形成过程与汽油机不同。又如,柴油的点燃温度高,不易点燃,因此柴油机的燃烧方式也与汽油机不同。

下面就柴油机工作过程的特点予以简述。

进气冲程:气缸中吸入空气。

压缩冲程:空气在气缸中受压缩,温度随压力急剧升高,当活塞接近上止点时,喷油器将柴油以很高的压力喷入气缸与高温空气混合并燃烧。为了使柴油能及时自燃,气缸中的压缩温度必须高于柴油的自燃温度(300℃左右),一般压缩终点的温度为500~700℃,压力约3430~4410千帕(35~45公斤力/厘米²)。为了获得高的压缩压力和温度,因此柴油机的压缩比比汽油机压缩比高得多,一般 $\epsilon = 16 \sim 21$ 。

作功冲程:由于压缩压力高,燃烧后产生的压力也比汽油机高,约4900~9800千帕(50~100公斤力/厘米²)。

排气冲程:与汽油机相似。

三、汽油发动机与柴油发动机的比较

1. 燃料经济性的比较

由于柴油机压缩比比汽油机高和每马力小时的耗油量比汽油机低,故柴油机燃料经济性比汽油机好。柴油机热效率可达44%左右,汽油机只有20~30%。每马力小时的耗油量,柴油机只有145~210克,而汽油机则需250克左右。

2. 转速、比重量和升功率比较

汽油机的最高压力为2450~3920千帕(25~40公斤力/厘米²),而柴油机为6370~11760千帕(65~120公斤力/厘米²),由于转速提不高,使柴油机转速和升功率比汽油机低,而比重量比汽油机大。

汽油机转速: 3000~4400转/分;比重量(重量/735瓦):1.5~2.5;升功率: 21~29千瓦/升。

3. 适应性比较

柴油机由于扭矩随发动机转速变化很小,因而作为汽车发动机在道路条件频繁变化的情况下工作不稳定,甚致发动机熄火。由于适应性差,使操纵频繁,为此,柴油机需装调速器。汽油机的适应性比柴油机强,故工作稳定,操纵省力。

4. 结构上比较

(1) 燃料系 汽油机的可燃混合气在进入气缸前形成,装有化油器,而柴油机可燃混合气是在压缩冲程快结束时在燃烧室内形成,柴油需要利用高压成雾状喷入燃烧室,故柴油机装有喷油泵和喷油器。

(2) 气缸盖、燃烧室与活塞 由于柴油机对燃烧室的要求高,故燃烧室比汽油机复杂,同时一般采用一机多盖。而汽油机一般燃烧室较简单及采用一机一盖(东风EQ140汽车发动机为两只缸盖)。柴油机活塞结构比汽油机活塞复杂。

(3) 点火系 汽油机采用高压电火花点燃可燃混合气,柴油机靠压缩空气温度自然点燃可燃混合气,故汽油机有点火系,而柴油机没有点火系。

5. 振动与噪音比较

汽油机的压力升高率和最高压力比柴油机小,故振动和噪音比柴油机小。

压力升高率(千帕/度):汽油机:177.5~245千帕/度(1.75~2.5公斤力/厘米²度) 柴油机: 392~588千帕/度(4~6公斤力/厘米²度)。

6. 制造与成本比较

汽油机较柴油机结构简单,造价低,维修简便。

综上所述,虽然柴油机在较多方面不如汽油机好,但由于它具有经济性好,耗油率低的主要优点,故在汽车上的应用已越来越多。

四、二冲程汽油发动机的工作原理

二冲程汽油发动机的一个工作循环是

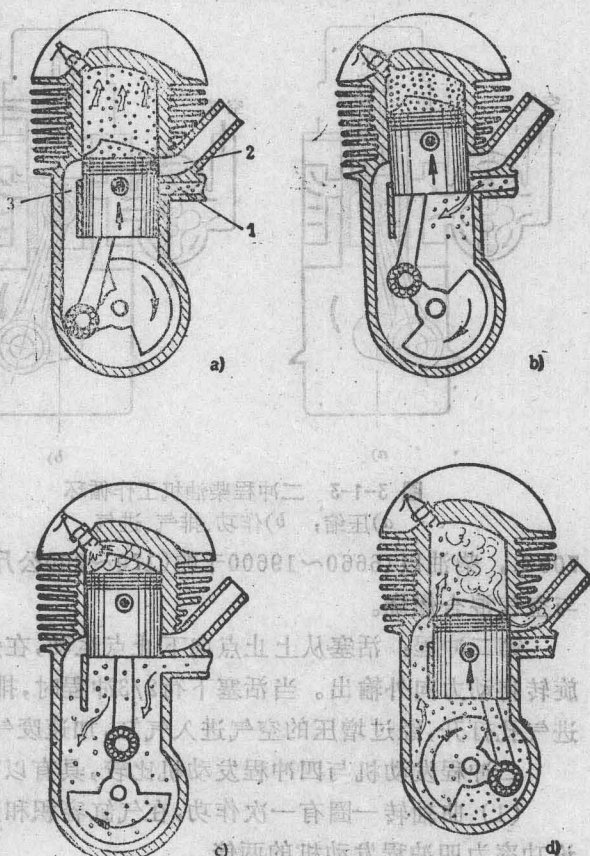


图 3-1-2 二冲程汽油机工作循环

a)压缩; b)压缩、进气; c)压缩、进气结束; d)排气、换气

1-进气孔; 2-排气孔; 3-换气孔

在两个活塞冲程内，即曲轴转360度完成的。其工作原理如图3-1-2所示。

发动机气缸上有三排孔，即进气孔、换气孔和排气孔。进气孔与化油器相通。新鲜可燃混合气由进气孔进入曲轴箱再经换气孔进入气缸。排气孔通排气管，无专门的气门控制，而由活塞运动分别在不同位置使各个孔开、闭。

第一冲程：活塞由下止点向上止点运动，当活塞封闭气缸上的排气孔和换气孔时，事先进入气缸中的可燃混合气受压，当活塞上行到打开气缸上的进气孔时，在曲轴箱真空吸力作用下，曲轴箱中吸进新鲜可燃混合气。当活塞接近上止点时，火花塞点燃可燃混合气。

第二冲程：活塞从上止点向下止点运动，在可燃混合气燃烧产生的压力作用下，活塞进行作功，随后活塞开放排气孔，燃烧后的废气具有很高压力而自行排出。随着活塞下行，封闭进气孔后，曲轴箱中可燃混合气受压。当换气孔被打开时，曲轴箱中的可燃混合气便进入气缸，为下一个冲程作好准备。

五、二冲程柴油机的工作原理

二冲程柴油机的工作过程和二冲程汽油机的工作过程基本相似。不同之处，是进入气缸的不是可燃混合气，而是空气。在结构上设有进气增压器和排气门。

其工作过程如图3-1-3所示。

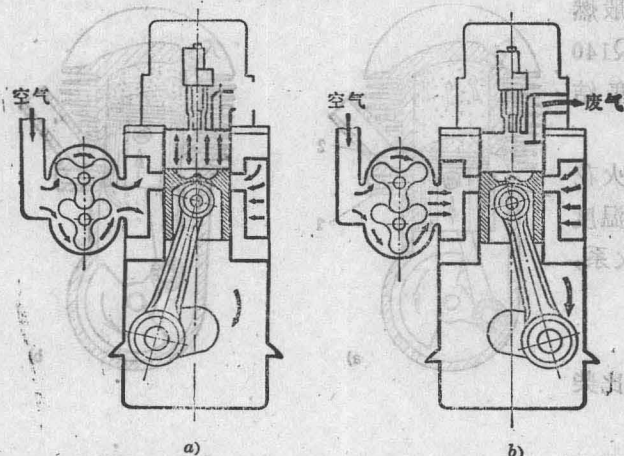


图 3-1-3 二冲程柴油机工作循环

a) 压缩； b) 作功、排气、进气

进气增压器将空气增压送到气缸外部的空气室，然后经缸壁上的小孔进入气缸。进气孔的开、闭由活塞控制。废气从气缸盖上的排气孔排出。排气孔由排气门控制。

第一冲程：活塞从下止点向上止点运动，冲程刚开始时，进气孔和排气门均打开，利用具有一定压力的空气，将废气从排气门挤出。当活塞上行到将进气孔堵住时，排气门也关闭，空气受压缩，到活塞运动接近上止点时，缸内压缩压力约2940千帕

(30公斤力/厘米²)，温度约600~

700℃，柴油以16660~19600千帕(170~200公斤力/厘米²)的压力从喷油器喷入气缸，随即与空气混合燃烧。

第二冲程：活塞从上止点向下止点运动，在燃烧气体强大压力作用下，通过连杆使曲轴旋转将动力向外输出。当活塞下行2/3冲程时，排气门开启，开始排气，缸内压力下降，随即进气孔打开，经过增压的空气进入气缸，加速废气的排除，同时为下一个冲程作好进气准备。

二冲程发动机与四冲程发动机比较，具有以下优点：

(1) 曲轴转一圈有一次作功，在气缸容积和曲轴转速相同的情况下，二冲程发动机的理论功率为四冲程发动机的两倍。

(2) 由于作功间隔周期短，二冲程发动机运转较平稳。

(3) 结构简单，重量轻，制造维修方便。

由于结构关系，二冲程发动机充气系数较低，废气排除较不干净，因此二冲程发动机与

四冲程发动机相比较,在缸数、缸径、压缩比、转速等因素相同条件下的实际功率只有四冲程发动机的1.5~1.6倍。二冲程汽油发动机在换气时还有部分新鲜可燃混合气随废气排除,因此经济性较四冲程发动机差。

六、发动机主要参数的计算

1. 发动机排量 V_L 的计算

$$V_L = \frac{\pi D^2 S}{4 \times 10^6} \cdot i \quad (\text{升})$$

式中 V_L ——发动机排量(升);

V_h ——气缸工作容积(升);

D ——气缸直径(毫米);

S ——活塞行程(毫米);

i ——缸数;

10^6 ——单位换算数,1升=10⁶毫米³。

例:东风EQ6100型发动机气缸直径100毫米,活塞行程115毫米,缸数6缸,计算发动机排量。

$$\text{解: } V_L = \frac{3.14 \times 100^2 \times 115 \times 6}{4 \times 10^6} = \frac{21666000}{4000000} = 5.42 \text{升}$$

2. 发动机燃烧室容积 V_o 的计算

例:东风EQ6100型发动机压缩比 $\varepsilon=7$,计算燃烧室容积 V_o 。

$$\text{解: } \text{据 } \varepsilon = \frac{V_o}{V_h} = \frac{V_o + V_h}{V_h} = 1 + \frac{V_h}{V_o}$$

$$V_o = \frac{V_h}{\varepsilon - 1} = \frac{\frac{\pi D^2}{4} \cdot S}{\varepsilon - 1} = \frac{\pi D^2 S}{4 \times 10^6 (\varepsilon - 1)} = \frac{3.14 \times 100^2 \times 115}{4 \times 10^6 (7 - 1)} = \frac{3611000}{24000000} = 0.15 \text{升}$$

3. 压缩比 ε 的计算

仍以东风EQ6100型发动机为例,

$$\begin{aligned} \text{解: } \varepsilon &= 1 + \frac{V_h}{V_o} = 1 + \frac{\frac{\pi D^2 S}{4 \times 10^6}}{\frac{\pi D^2 S}{4 \times 10^6 V_o}} = 1 + \frac{\pi D^2 S}{4 \times 10^6 V_o} \\ &= 1 + \frac{3.14 \times 100^2 \times 115}{4 \times 0.15 \times 10^6} = 1 + \frac{3611000}{600000} = 1 + 6 = 7 \end{aligned}$$

七、发动机主要技术指标及工作特性

1. 发动机主要技术指标

内燃发动机的主要技术指标有:有效扭矩、最大扭矩、最大功率、有效功率和耗油率。

(1) 有效扭矩 有效扭矩指发动机通过飞轮向外输出的扭矩,用 M_e 表示,单位为牛顿米(旧制公斤力米)。它表示内燃机所能带动的工作机械阻力(力矩)的大小。但不表示作功的多少。

(2) 有效功率 有效功率指通过飞轮输出的功率,用 P_e 表示。单位

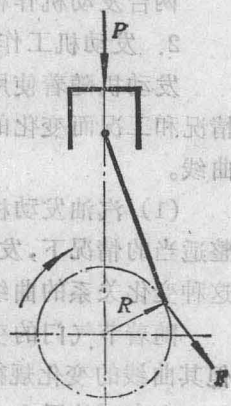


图 3-1-4

为千瓦(旧制马力)。它表示内燃机在单位时间内所做的功。

有效功率 P_e 与有效扭矩 M_e 和发动机转速 n 有关,如图3-1-4所示。 P 为作功冲程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 单位为牛顿(旧制公斤力), R 为曲柄长度,单位为米。发动机运转时的有效扭矩 $M_e = FR$ (牛顿米)。 F 拖动曲轴转一圈,它所做的功为 $F \cdot 2\pi R$, F 拖动曲轴转 n 圈,它所做的功为 $F \cdot 2\pi R \cdot n$ 。

$$P_e = M_e \cdot \frac{2\pi n}{60 \times 10^3} = \frac{M_e \cdot n}{9550} \text{ (千瓦)} \quad M_e = 9550 \frac{P_e}{n} \text{ (牛顿米)}$$

式中 P_e ——有效功率(千瓦);

n ——发动机转速(转/分);

M_e ——有效扭矩(牛顿米)。

由上式可知:两台发动机若 n 相等, M_e 大者 P_e 大, M_e 小者 P_e 小。两台发动机若 M_e 相等, n 大者 P_e 大, n 小者 P_e 小。

(3) 最大扭矩 表示发动机能够克服最大阻力的能力,它是有效扭矩的最大值。解放CA10B汽车发动机, $M_{e,\max} = 303.8$ 牛顿米(31公斤力米)/1100~1200转/分;东风EQ140汽车发动机, $M_{e,\max} = 352.8 \sim 372.4$ 牛顿米(36~38公斤力米)/1200~1400转/分;解放CA141型汽车发动机的 $M_{e,\max} = 372$ 牛顿米(38公斤力米)/1200~1400转/分。

(4) 最大功率 表示发动机最大的工作能力,它是有效功率的最大值。解放CA10B汽车发动机的最大功率 $P_{e,\max} = 70.3$ 千瓦(95马力)/2800转/分;东风EQ140和解放CA141型汽车发动机的最大功率 $P_{e,\max} = 99.9$ 千瓦(135马力)/3000转/分。

在缸数相同,缸径相等的同类发动机中,所能达到的最大扭矩和最大功率越大,则发动机的技术性能越好。

(5) 耗油率 耗油率指发动机发出1千瓦功率,运转1小时所消耗的油量,用 g_e 表示,单位为克/(千瓦小时)。

计算公式:
$$g_e = \frac{G_T}{P_e} \times 1000 \text{ 克/(千瓦小时)}$$

式中 P_e ——有效功率(千瓦);

G_T ——每小时耗油量(千克/小时),可由试验测定。

两台发动机作相等的功,所消耗的燃料越少,经济性越好。

2. 发动机工作特性

发动机随着使用情况不同,它的功率,扭矩和耗油率也不相同。这些指标随发动机调整情况和工况而变化的关系,称为发动机的特性。用曲线来表示这种关系,称为发动机的特性曲线。

(1) 汽油发动机的速度特性 汽油机在节气门开度一定,点火提前角最佳及化油器调整适当的情况下,发动机有效扭矩、有效功率和耗油率随转速变化的关系称速度特性。表示这种变化关系的曲线称速度特性曲线如图3-1-5所示。

随着节气门的变化,速度特性有无限个。不同的汽油机,速度特性上各点的数值不同,但其曲线的变化规律都相似。

在实际使用中,驾驶员将节气门保持在一定开度时,如果汽车遇到的行驶阻力不同,车速即发生变化,阻力越大,车速越低。此时,汽油机即按与速度特性相似的工况工作。由于

汽车在实际工作中,不可能长期保持油门不变,所以速度特性并不能代表发动机所有工况,而只是其中某一种特定情况。

(2)汽油发动机的外特性 当节气门开度最大时,所得到的特性叫外特性,如图3-1-5所示。由图中看出,当发动机转速为 n_2 时,扭矩值最大,而转速小于 n_2 或大于 n_2 时扭矩都下降。这是因为,当转速小于 n_2 时,由于活塞运动速度低,可燃混合气形成的质量差,燃烧不完全,产生的热量少,同时转速低,燃烧气体与气缸壁接触的时间长,冷却系带走的热量增多,故扭矩减小;转速大于 n_2 ,又由于进气时间缩短,阻力加大,使进气量不足,也使扭矩减小。如解放CA10B型汽车发动机最大扭矩时的转速为1100~1200转/分,解放CA141,东风EQ140汽车为1200~1400转/分即图3-1-5a中的 n_2 。

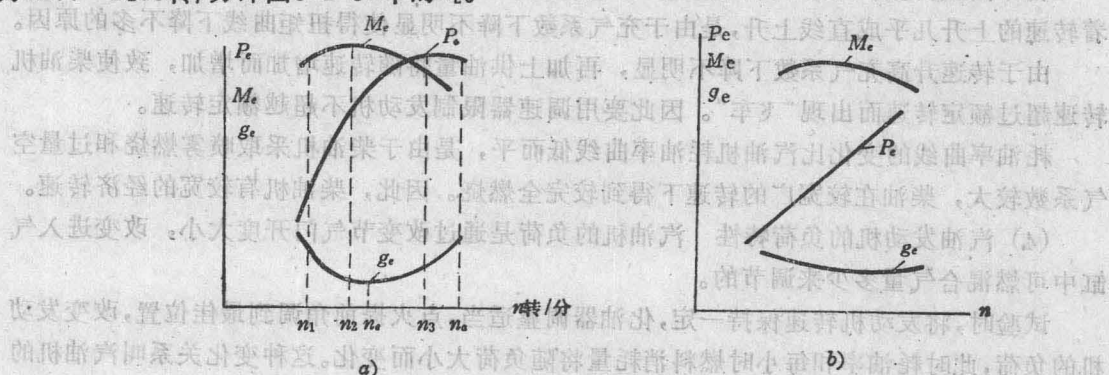


图 3-1-5 发动机速度特性及外特性

a)汽油机;

b)柴油机

当转速到 n_3 时,有效功率达到最大值。原因是转速在 $n_1 \sim n_2$ 范围内,转速 n 和扭矩 M_e 都在增加,故功率 P_e 增加得较快,因功率为扭矩和转速的乘积($P_e = M_e n / 9550$ 千瓦)。在 $n_2 \sim n_3$ 范围内,转速 n 虽然继续增加,但扭矩 M_e 却下降了,不过降低较慢,故功率 P_e 仍缓慢增加。转速超过 n_3 时,虽然转速仍在增加,但扭矩却下降很快,故功率开始逐渐下降。解放CA10B型汽车发动机最大功率时的转速为2800转/分,解放CA141、东风EQ140为3000转/分即图3-1-5a中的 n_3 。

图3-1-5a中的 g_e 曲线在 n_4 为最低即耗油率最小。它介于最大扭矩时转速 n_2 和最大功率时转速 n_3 之间。原因是,当转速低于1000转/分时,混合气形成质量差,不能完全燃烧做功,发动机功率小,耗油率相应增高;随着转速升高,混合气形成质量提高,充气量增加,燃烧完全,热效率高,功率增加,故耗油率降到最低;当转速超过2000转/分时,随着转速的增加,供油量加大,燃油燃烧不完全,耗油率不断上升。

研究速度特性和外特性的目的,在于找出发动机在不同转速下工作时,其动力性和经济性的变化规律,及时应用最大功率,最大扭矩和最小耗油率时的转速,从而确定发动机工作时最有利的转速范围。

(3)柴油机的外特性 柴油机的外特性与汽油机的外特性基本相似,所不同的是曲线的变化平缓,如图3-1-5b所示。

扭矩曲线的变化平缓,是因为柴油机进气阻力小,转速变化时,充气系数变化不大。比如转速升高到一定值以后汽油机充气系数有明显下降,扭矩曲线跟着下降。而柴油机充气系数下降很少,尤其是喷油泵的供油特性,在供油拉杆位置不变时,随着转速的升高,供油

量会略有增多,再加上摩擦阻力随之增大的影响,因而柴油机的扭矩随转速的变化不大。

由于上述原因,柴油机的扭矩变化不能适应汽车行驶所受道路阻力变化的需要,即适应能力差,通常用适应性系数 K 表示。 $K = \frac{\text{发动机最大扭矩}}{\text{发动机最大功率时的扭矩}}$,如解放CA10B发动机的最大扭矩为303.8牛·米(31公斤·米),最大功率时的扭矩为238.1牛·米(24.3公斤·米), $K = \frac{303.8}{238.1} = 1.27$ 。而柴油机一般 $K = 1.05 \sim 1.10$ 。由于适应性差,在负荷变化时使柴油机工作不稳定,操纵费力,所以需要装调速器。

功率曲线的变化,开始较平稳,是因扭矩上升不明显,功率只受转速上升的影响。以后随着转速的上升几乎成直线上升,是由于充气系数下降不明显使得扭矩曲线下降不多的原因。

由于转速升高充气系数下降不明显,再加上供油量将随转速增加而增加,致使柴油机转速超过额定转速而出现“飞车”。因此要用调速器限制发动机不超越额定转速。

耗油率曲线的变化比汽油机耗油率曲线低而平,是由于柴油机采取喷雾燃烧和过量空气系数较大,柴油在较宽广的转速下得到较完全燃烧。因此,柴油机有较宽的经济转速。

(4) 汽油发动机的负荷特性 汽油机的负荷是通过改变节气门开度大小,改变进入气缸中可燃混合气量多少来调节的。

试验时,将发动机转速保持一定,化油器调整适当,点火提前角调到最佳位置,改变发动机的负荷,此时耗油率和每小时燃料消耗量将随负荷大小而变化。这种变化关系叫汽油机的负荷特性,如图3-1-6a所示。

当转速不变时,每小时的耗油量,主要取决于节气门开度和混合气的成分。

当发动机怠速时,由于汽油雾化不良,燃烧不完全,加之热效率下降,故 g_e 最高,随着节气门开度加大燃烧条件改善, g_e 下降,但进入气缸中的可燃混合气量增加,所以 G_T 随之迅速增加。当节气门开到大负荷时(达全开的70~80%),由于化油器的加浓装置开始参加工作,使混合气加浓,同时由于机械损失增加,机械效率减小, g_e 上升,因而 G_T 增加得更快。

当发动机在中等负荷下工作时,供给的可燃混合气成分较稀,燃烧完全,同时进入气缸的新鲜混合气量较多,废气相对下降,燃烧速度加快,热损失小,故 g_e 最低。小负荷时,由于进入气缸的可燃混合气量少而浓,将造成可燃混合气燃烧不完全,而使 g_e 升高。大负荷时则供给多而浓的可燃混合气,也使燃烧不完全而使 g_e 上升。

根据以上分析,可以找到提高汽车燃料经济性的几条途径:

1) 在动力性足够的条件下,尽量采用功率较小的发动机,使发动机经常处于较高负荷下工作,以提高燃料经济性。

2) 在道路良好,后备功率较大的情况下,合理拖挂,使发动机保持较大负荷工作,对提高经济性,降低成本,提高运输生产率都有重要意义。

3) 合理采用加速——滑行法行驶,将汽车加速到适当车速后换入空档利用惯性滑行可提高燃料的经济性。

综上所述,研究负荷特性的目的,就是为了了解发动机在不同负荷下工作的经济性,合理使用发动机。

(5) 柴油机的负荷特性 如图3-1-6 b所示。由于柴油以雾状喷入气缸,且柴油喷入时气缸处于压缩冲程结束,被压缩空气具有很高温度,故在怠速状态下柴油机的 g_e 比汽油机 g_e 。

低。随着负荷增加,混合气加浓,燃烧不完全度增加,补燃期加长,热效率下降。但由于机械效率增加起主导作用,所以 g_e 仍下降,但没有汽油机下降快。

当发动机接近最大负荷时, g_e 下降到最低随着又上升,是由于混合气过浓,燃烧不完全度增大,补燃严重,热效率下降起主导作用, g_e 上升直到最大负荷的B点。如再增加供油量,不仅 g_e 上升,功率也将下降。

柴油机最大负荷不应到达B点,因为到达D点时排气管就开始冒烟。

从图3-1-6可以看出,柴油机的 g_e 曲线不仅最低点比汽油机低,而且较为平坦,这使柴油机具有较高的经济性。

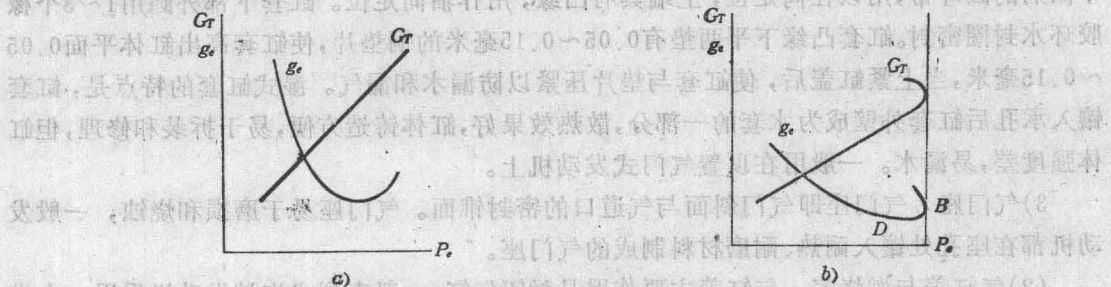


图 3-1-6 发动机负荷特性
a) 汽油机负荷特性; b) 柴油机负荷特性

第二节 曲柄连杆结构

曲柄连杆机构是发动机实现能量转换的主要机构。由于它的工作负荷大,温度高而最容易损坏,因此,熟悉它的结构,了解它的工作原理,对合理使用、正确维护、修理、延长使用寿命,提高整个发动机的效能具有十分重要的意义。

一、曲柄连杆机构的构造

曲柄连杆机构各零件,按其运动特点,分为三组。

1. 缸体曲轴箱组

缸体曲轴箱组,是发动机的基础。它包括气缸体及上曲轴箱、油底壳(下曲轴箱)、气缸盖、气缸垫。

(1) 气缸体及上曲轴箱 气缸体及上曲轴箱是发动机的基础件,构造复杂。它的主要构造有气缸、水套、曲轴主轴承座孔、凸轮轴座孔、水套进水口、汽油泵安装孔、分电器安装孔、机油泵安装孔、润滑油道、气门座孔(侧置气门式发动机)等。

1) 气缸 气缸是燃气燃烧的场所及活塞的运动轨道,为减小活塞运动阻力和漏气,气缸的加工精度和光洁要求较高。

2) 气缸套 为了延长缸体使用寿命,一般采用气缸镶套。装置湿式缸套的发动机在出厂时就镶入用优质耐磨铸铁制成的缸套,装干式缸套的发动机在气缸经多次修理达到修理极限时,按标准缸径制

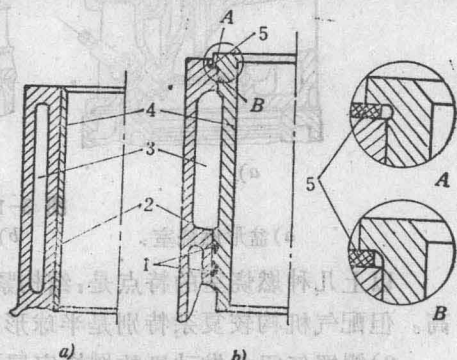


图 3-1-7 气缸套

a) 干式缸套; b) 湿式缸套
1-密封圈; 2-缸体; 3-水套; 4-缸套

作新缸套镶入经修正后的缸筒承孔内。这样,缸体只需用普通铸铁制造。缸套分干式缸套和湿式缸套。

干式缸套如图3-1-7a所示。干式缸套是壁厚为1~3毫米的薄壁圆筒,一般用合金铸铁制成。其特点是外圆表面镶入承孔后不与水套的冷却水接触。采用干式缸套时,散热效果较差,缸套加工要求高,拆装修理不便,一般作修理用零件,气缸多次修理后,用来恢复气缸标准尺寸。

湿式缸套如图3-1-7b所示。湿式缸套是壁厚为5~8毫米的圆筒,其外圆表面有上下两个凸肩的圆环带,用以径向定位,上端具有凸缘,用作轴向定位。缸套下部外圆用1~3个橡胶环水封圈密封。缸套凸缘下平两垫有0.05~0.15毫米的铜垫片,使缸套高出缸体平面0.05~0.15毫米,当上紧缸盖后,使缸套与垫片压紧以防漏水和漏气。湿式缸套的特点是,缸套镶入承孔后缸套外壁成为水套的一部分,散热效果好,缸体铸造方便,易于拆装和修理,但缸体强度差,易漏水。一般用在顶置气门式发动机上。

3)气门座 气门座即气门斜面与气道口的密封锥面。气门座易于磨损和烧蚀,一般发动机都在座孔处镶入耐热、耐磨材料制成的气门座。

(2)气缸盖与燃烧室 气缸盖主要作用是封闭气缸。一般直列式汽油发动机采用一台发动机一只缸盖,少数采用两只缸盖,如东风EQ140汽车发动机、V形发动机。柴油机一般采用一台发动机用多只缸盖。

气缸盖内有水套,盖上有水套出水口,火花塞安装螺孔或喷油器安装螺孔(柴油机)。顶置式发动机气缸盖上还有安装摇臂轴支座和气门导管等的孔穴。

所有气缸盖的下平面都有不同形状的燃烧室。气门顶置式气缸盖,燃烧室内有进、排气门座孔。

燃烧室的尺寸和形状对发动机的工作性能有很大的影响。因此对燃烧室有两点基本要求:一是结构紧凑,散热面积小,火焰传播距离短以减小爆燃倾向;二是在压缩近结束时使可燃混合气或空气(柴油机)产生较强的扰流,使混合气混合良好,提高燃烧速率和燃烧完全。因此,燃烧室具有各种不同的形状。汽油机燃烧室结构有以下几种。

1)顶置式燃烧室形状有盆形、半球形、楔形等。如图3-1-8所示。

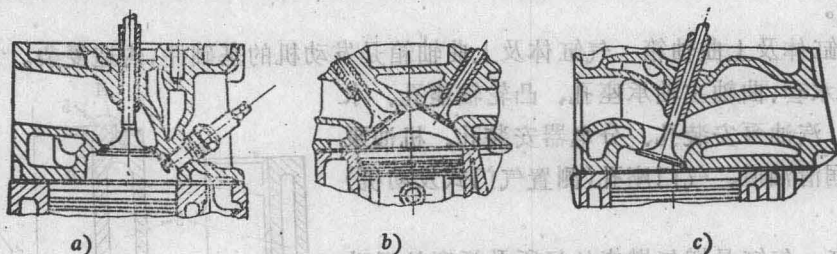


图 3-1-8 顶置气门式燃烧室

a) 盆形燃烧室;

b) 半球形燃烧室;

c) 楔形燃烧室

以上几种燃烧室的特点是:结构紧凑,进气阻力小,具有较好的扰流,动力性和经济性较高。但配气机构较复杂特别是半球形。

2)侧置气门式发动机的燃烧室属L形,如图3-1-9所示。这种燃烧室具有较好的压缩扰流,配气机构简单,但进气阻力大,燃烧室不集中,热量损失大,火焰传播距离长,爆燃倾向大,发动机动力性、经济性较低,逐渐被淘汰。

(3) 气缸垫 气缸垫俗称气缸床, 装于气缸体与气缸盖接合平面之间。作用是防止气缸漏气和冷却水漏水。缸垫一般采用铜皮或钢皮包石棉板, 在气缸垫的缸口和冷却水道口周围另加镶边提高强度和耐高温性。这种缸垫弹性大, 可重复使用。

缸垫安装时, 应注意方向。缸体、缸盖都是铸铁的, 缸垫光面朝缸体, 如缸盖是铝合金的, 缸垫光面朝缸盖。

装气缸盖时, 为保证装配质量, 缸盖螺栓应用扭力扳手, 由中间向四周, 按规定扭力矩, 分2~3次逐步扭紧。拆缸盖时应从两端向中间分两次逐渐放松缸盖螺栓。

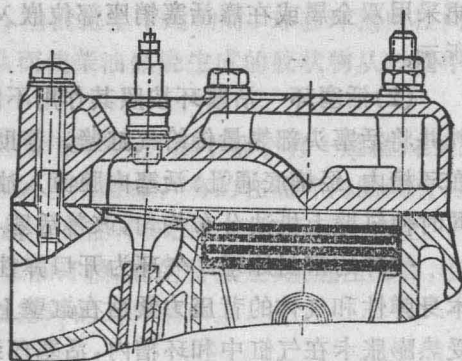


图 3-1-9 L形燃烧室

(4) 下曲轴箱 下曲轴箱又叫油底壳, 由钢板冲压而成。作用是贮存机油、封闭曲轴箱。

2. 活塞连杆组

活塞连杆组由活塞、活塞环、活塞销、连杆组成。

(1) 活塞 活塞的作用是与缸盖组成燃烧室, 承受燃气压力并通过活塞销和连杆传给曲轴。

活塞的工作条件很差, 要承受 $300\sim 400^{\circ}\text{C}$ 的温度(最高瞬时温度可达 2000°C 以上); 3920 千帕(40 公斤力/厘米 2)的压力, 平均 $8\sim 12$ 米/秒的速度。因此, 要求活塞具有强度、刚度, 质量小、热膨胀系数小, 导热性能好, 以满足活塞的正常工作。铝合金制成的活塞可以满足质量小、导热性好、强度高的要求, 但热膨胀系数大。为解决热膨胀系数大的缺点, 在构造上采取了相应的措施。

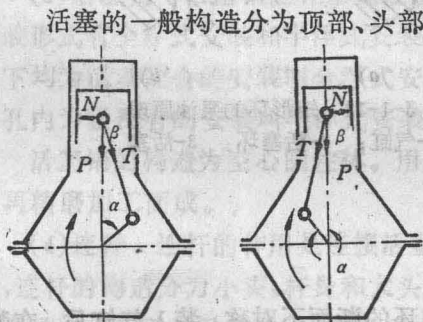


图 3-1-10 作用在活塞上的侧压力

活塞的一般构造分为顶部、头部和裙部。顶部为配合燃烧室形状有平顶、凸顶、凹顶及其他形状的活塞顶, 解放CA141汽车活塞顶制有凹坑。头部由于受热比裙部高, 直径比裙部小。为保证低温工作不漏气, 头部开有活塞环槽, 安装活塞环, 以密封活塞头部与缸壁之间的间隙。活塞环槽分气环槽和油环槽。气环槽在上, 一般为2~3道, 解放CA141汽车为两道。油环槽在下, 一般为1~2道。裙部起导向作用, 直径比头部大, 为使高温工作时不胀死, 一般裙部具有一定的圆度偏差(旧称椭圆度)。根据活塞工作时受侧压力的情况, 如图3-1-10所示。在作功冲程时活塞所受的侧压力在左面, 压缩冲程所受的侧压力在右面。即受力的两个面在垂直活塞销中心线的两个面上, 使活塞裙部变形沿销座孔轴线的直径变大, 成为椭圆度的长径。另外由于两销座孔互近金属堆积, 受热膨胀量大于其他部位, 致使沿销座孔中心线方向拉成长径等, 因此, 裙部椭圆的长轴应在垂直活塞销中心线方向, 以抵消变形引起的椭圆度。在裙部制有活塞销座孔和T型槽, 横向槽叫绝热槽, 作用是减少裙部受热。直槽叫膨胀槽, 作用是防止活塞受热胀死在气缸中。解放CA141、东风EQ140汽车活塞销座孔均向左偏1毫米。

为减轻活塞重量, 有的小型发动机活塞裙部制成马鞍型。为了减少活塞膨胀, 有的活塞