

GAOJIQICHEJIASHIYUANPEIXUNJIAOCAI

高级汽车驾驶员 培训教材

辽宁科学技术出版社

● 沈阳市交通运输管理局教育处
● 沈阳市劳动局技工培训处 编



高级汽车驾驶员培训教材

沈阳市交通运输管理局教育处
沈阳市劳动局技工培训处 编

辽宁科学技术出版社

(辽)新登字4号

高级汽车驾驶员培训教材

Gaoji Qiche Jiashiyuan Peixun Jiaocai

沈阳市交通运输管理局教育处 编
沈阳市劳动局技工培训处

辽宁科学技术出版社出版 (沈阳市和平区北一马路108号)

辽宁省新华书店发行 朝阳新华印刷厂印刷

开本: 787×1092¹/₁₆ 印张: 19¹/₈ 字数: 430,000

1991年12月第1版 1991年12月第1次印刷

责任编辑: 白京久 责任校对: 李秀芝
封面设计: 李秀中

印数: 1—15,040

ISBN 7-5381-1227-8/U·18 定价: 8.40 元

前 言

为更好的落实国家劳动部《工人考核条例》，搞好工人的技术培训、考核工作，我们根据国家交通部1988年颁发的《汽车驾驶员技术等级标准（试行）》，在原试点培训部门编写的《汽车驾驶员高级技术培训讲义》和积累的试点培训经验的基础上，结合当前汽车运输企业的实际情况和汽车新技术的应用及发展，组织编写了这本《高级汽车驾驶员培训教材》。该教材涉及的车型均采用解放CA141型和东风EQ140型。本教材内容共分六篇：第一篇：发动机的原理；第二篇：汽车理论；第三篇：汽车修理与故障诊断；第四篇：汽车运用与管理；第五篇：交通管理与交通安全；第六篇：汽车新技术的应用与发展。

本教材编写过程中，力求取材先进、实用，内容既紧密联系生产实际，又具有一定的理论高度和深度，文字简练，通俗易懂。本教材可供高级汽车驾驶员培训使用，也可作为工程技术人员参考和一般汽车驾驶员、修理工的自学读本。

本教材编写过程中得到了辽宁省交通厅宣教处、沈阳市交通运输技工学校、沈阳公共汽车总公司、沈阳市第三运输公司职工学校的大力协助，以及各方面的关心、支持和帮助，在此一并表示感谢。并敬请各培训单位及广大读者在使用中给我们多加指教，提出宝贵意见。

编 者

目 录

第一篇 发动机的原理

第一章 发动机的工作循环	1
第一节 发动机的理论循环	1
第二节 发动机的实际循环	3
第二章 发动机的主要性能指标	6
第一节 指示性能指标	6
第二节 有效性能指标	8
第三节 发动机的机械损失	9
第四节 发动机的热平衡	11
第三章 发动机的换气过程	13
第一节 四行程发动机的换气过程	13
第二节 四行程发动机的充气系数	15
第三节 提高充气系数的措施	16
第四节 单位时间的充气量	16
第五节 多缸发动机充气量的分配	17
第四章 汽油机的燃料和燃烧过程及其影响因素	17
第一节 汽油的使用性能	17
第二节 汽油的燃烧过程	19
第三节 汽油机的燃烧室	21
第四节 影响燃烧过程的因素	23
第五节 排气污染与防止措施	24
第五章 柴油的燃烧过程及其影响因素	26
第一节 柴油的燃烧过程	26
第二节 柴油混合气形成与燃烧室	29
第六章 发动机的特性	36
第一节 发动机的工况	36
第二节 发动机的速度特性	38
第三节 发动机的负荷特性	38
第四节 发动机的万有特性	40

第二篇 汽车理论

第一章 作用于汽车的各种外力	42
第一节 汽车的驱动力	42
第二节 汽车的行驶阻力	45
第三节 汽车行驶的驱动与附着条件	47
第四节 汽车的功率平衡	48
第二章 汽车的动力性	49
第一节 汽车的动力性指标	49
第二节 影响汽车动力性的主要因素	49
第三节 防止汽车动力性下降的措施	52
第四节 汽车动力性试验	54
第三章 汽车制动性	57
第一节 制动的评价指标与制动规范	57
第二节 汽车制动时车轮受力分析	58
第三节 汽车的制动效能及恒定性	60
第四节 制动时汽车方向的稳定性	63
第五节 影响汽车制动性的主要因素	65
第六节 汽车制动性的试验	68
第四章 汽车的燃料经济性	69
第一节 汽车燃料经济性的评价指标	69
第二节 汽车燃油经济性的计算	70
第三节 汽车运行燃料消耗量的计算公式	70
第四节 影响汽车燃油经济性的因素	72
第五节 汽车的燃料经济性试验	74
第五章 汽车的操纵稳定性	78
第一节 汽车的纵向和横向稳定性	78
第二节 弹性车轮的侧偏特性	80
第三节 汽车转向轮的振动	83
第四节 前轮定位与转向轮的稳定效应	85
第五节 汽车操纵性与稳定性试验	87
第六章 汽车的行驶平顺性	89
第一节 汽车行驶平顺性的评价指标	89
第二节 影响汽车行驶平顺性的主要因素	90
第三节 汽车行驶平顺性试验	91
第七章 汽车的通过性	92
第一节 汽车通过性的几何参数	92

第二节	影响汽车通过性的主要因素	96
第三节	汽车的通过性试验	97

第三篇 汽车修理与故障诊断

第一章	汽车零件的检验	99
第一节	零件磨损的一般规律	99
第二节	零件检验的基本方法	101
第三节	典型零件的检验	103
第二章	汽车发动机的修理	106
第一节	曲柄连杆机构的检修	106
第二节	配气机构的检修	114
第三节	发动机的装配、磨合及试验	118
第三章	汽车底盘的装配与调整	123
第一节	离合器的装配与调整	123
第二节	变速器的装配与磨合试验	124
第三节	驱动桥的装配与调整	126
第四节	转向系的装配与调整	130
第五节	车轮制动器的调整	131
第四章	汽车故障诊断及检测	132
第一节	发动机故障诊断	132
第二节	汽车底盘故障分析	139
第三节	汽车的修竣检验与初期使用	141
第四节	汽车的检测	143

第四篇 汽车运用与管理

第一章	汽车运用概论	147
第一节	汽车运用条件	147
第二节	汽车运用消耗与危害	148
第三节	汽车运用状况分析	150
第四节	汽车运输企业主要经济指标	152
第二章	汽车在特殊条件下的使用	155
第一节	汽车走合期的使用	155
第二节	汽车在低温条件下的使用	157
第三节	汽车在高温条件下的使用	161
第四节	汽车在山区和高原地区的使用	163
第五节	汽车在恶劣道路条件下的使用	167

第三章 运行材料的选用	168
第一节 燃料的使用性能和选用.....	168
第二节 润滑材料的使用性能与选用.....	172
第三节 汽车轮胎的分类和选用.....	178
第四章 车辆管理	180
第一节 汽车的分类和编号.....	180
第二节 车辆的选择.....	183
第三节 新车的分配与接收.....	185
第四节 车辆装备.....	186
第五节 车辆技术档案的建立与管理.....	187
第六节 车辆技术等级的鉴定.....	188
第七节 汽车保养和修理制度.....	189
第八节 车辆的保管、停放与消防.....	192
第九节 车辆的调拨、停放与封存.....	194
第十节 车辆折旧里程与报废的规定.....	195

第五篇 交通管理与交通安全

第一章 概述	198
第一节 交通管理工作的形成与发展.....	198
第二节 交通安全管理工作在国民经济中的地位和作用.....	199
第三节 交通安全管理研究的基本内容.....	201
第二章 汽车运行安全管理	202
第一节 汽车运输安全.....	202
第二节 汽车行驶安全.....	205
第三节 车辆的使用性能与交通安全.....	215
第四节 道路环境与交通安全.....	218
第三章 交通安全心理学	222
第一节 心理学概述.....	222
第二节 汽车驾驶员的心理特性.....	223
第三节 影响驾驶员心理特征的因素.....	233
第四节 行人的心理特征.....	236
第四章 驾驶员的生理特征	237
第一节 驾驶员的反应特性.....	237
第二节 驾驶员的听觉机能.....	239
第三节 驾驶员的视觉机能.....	240
第五章 交通事故与预防	244
第一节 概述.....	244

第二节	交通事故的分析	248
第三节	交通事故的预防	251

第六篇 汽车新技术的应用与发展

第一章	常用汽车的先进装置	256
第一节	风扇离合器	256
第二节	制动助力器	259
第三节	汽车的排气净化	266
第四节	汽车空调装置	269
第二章	电子技术在汽车上的应用	272
第一节	晶体管调节器	272
第二节	晶体管点火系	275
第三节	电子仪器诊断在汽车上的应用	281
第四节	防电火花干扰装置	285
第五节	爆震限制器	288
第三章	汽车检测装置	290
第一节	现代化检测的必要性	290
第二节	汽车检测线实例介绍	292

第一篇 发动机的原理

第一章 发动机的工作循环

第一节 发动机的理论循环

发动机是将燃料燃烧所放出的热能转变为机械功的一种热力发动机。

发动机的热力循环，是由一系列复杂的物理化学过程所组成的。为了便于在理论上对这种热力循环进行研究，把发动机的实际工作过程加以抽象简化，放弃一些次要的影响因素，概括成由几个基本的热力过程所组成的理想循环。通过对它的分析，可以得出提高发动机动力性和发动性的方向。

一、发动机在理论循环中的假设条件

(1) 工质是在闭口系统中封闭循环。工质的质和量都没有变化，忽略进、排气流动损失。

(2) 工质在绝热压缩和绝热膨胀过程中工作，忽略缸壁传热、摩擦、漏气等热损失。

(3) 把燃烧过程简化为定容、定压等过程向工质加热，工质的放热则视为定容放热。

(4) 工质为理想气体，其比热视为定值，忽略工质比热变化的影响。

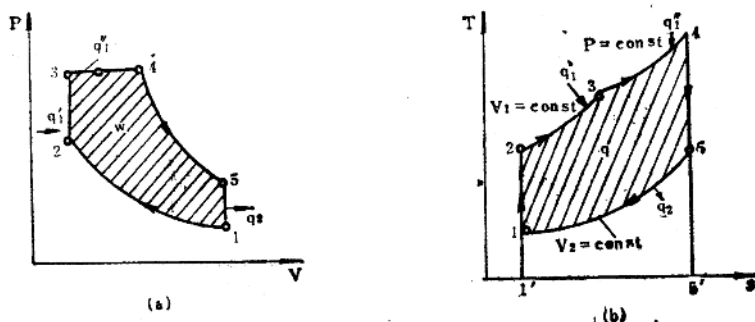
为了把简化的理想循环尽可能符合实际循环的特点，特别是要符合加热过程的特点。例如，在汽油机中，在燃烧前就将汽油与空气均匀混合，所以燃烧迅速，缸体内温度和压力增长很快，这个燃烧过程基本是在容积不变条件下进行的，故把汽油机的工作循环简化为定容加热循环。在高增压和低速大型柴油机中，由于受燃烧最高爆发压力限制，大部分燃料是在上止点以后燃烧，燃烧时气体压力基本上是在一定的情况下进行，相近于等压，故把这种实际循环简化为定压加热循环。而高速柴油机则介于两者之间，其燃烧过程的开始部分接近定容加热，后一部分接近是定压加热，故可简化为混合加热（定容加热和定压加热）循环。

二、发动机的理想循环过程

1. 混合加热循环

它是将燃烧过程假设为部分定容加热和部分定压加热的混合加热循环。

如图1—1—1所示,在这一循环中,1~2为绝热压缩过程;2~3为定容加热过程;3~4为定压加热过程;4~5为绝热膨胀过程;5~1为定容放热过程。循环中:1kg的工质吸收的热量为 q_1 , $q_1 = q_1' + q_1''$, q_1' 是定容加热过程加入的热量, q_1'' 是定压加热过程加的热量。 q_2 为放出的热量,循环净功 $W = q_1 - q_2$,也等于循环曲线所围的面积1—2—3—4—5—1。



(a)P—V图 (b)T—S图

图1—1—1 混合加热循环

2. 混合加热循环热效率 η_1

$$\text{压缩比 } \varepsilon = \frac{V_1}{V_2}$$

$$\text{压力升高比 } \lambda = \frac{P_3}{P_2}$$

$$\text{预膨胀比 } \rho = \frac{V_4}{V_3}$$

$$\text{循环热效率 } \eta_1 = \frac{W}{q_1} = 1 - \frac{q_2}{q_1}$$

$$\text{定容加热量 } q_1' = mc_v(T_3 - T_2)$$

$$\text{定压加热量 } q_1'' = mc_p(T_4 - T_3)$$

$$\text{定容放热量 } q_2 = mc_v(T_5 - T_1)$$

$$T_2 = T_1 \varepsilon^{K-1}$$

$$T_3 = T_1 \lambda \varepsilon^{K-1}$$

$$T_4 = T_1 \lambda \rho \varepsilon^{K-1}$$

$$T_5 = T_1 \lambda \rho^K$$

代入 η_1 式:

$$\eta_1 = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{K-1}} \frac{\lambda \rho^{K-1}}{(\lambda - 1) + K\lambda(\rho - 1)}$$

由此可见混合加热循环的热效率与压缩比 ε 、压力升高比 λ 、预膨胀比 ρ 以及工质

的指数 K 有关。

3. 循环平均压力 P_i

循环平均压力 P_i 是单位气缸工作容积所作的循环功。是用来评价循环的作功能力的。

第二节 发动机的实际循环

四行程发动机的实际工作循环是由进气、压缩、燃烧、膨胀、排气五个过程组成。实际循环比理论循环复杂的多，如图 1—1—2 所示，封闭的曲线表示实际循环中工质压力随容积变化的关系。曲线所围的面积就是完成一个实际循环气体所作的功。下面讨论实际循环进行的情况。

一、进气过程（如图 1—1—2 中 $r-a$ 线）

此时进气门开，排气门关，活塞由上止点向下止点移动。开始时，是前一循环留在燃烧室中的残余废气膨胀，缸内气体压力由排气终了 r 时的 P_r 降到 $P_{r'}$ ，然后新鲜气体才被吸入气缸。由于进气系统的阻力，进气终了时的压力 p_a ，总是小于大气压力 p_0 。压力差是 $p_0 - p_a$ 用来克服进气系统的阻力。因进入缸内气体受到高温零件和残余废气的加热，在进气终了时，气体的温度 T ，总是高于大气温度 T_0 。

一般进气终了时气体的压力 P_0 和温度 T_0 是：

汽油机 $P_0 = (0.75 \sim 0.90) P_0$ $T_0 = 370 \sim 400 K$

柴油机 $P_0 = (0.8 \sim 0.95) P_0$ $T_0 = 310 \sim 340 K$

二、压缩过程（如图 1—1—2 中 $a-c$ 线）

此时进、排气门都处于关闭状态，活塞由下止点向上止点移动，缸内的工质受到压缩，温度、压力不断上升。工质受到压缩的程度用压缩比 ϵ 衡量。

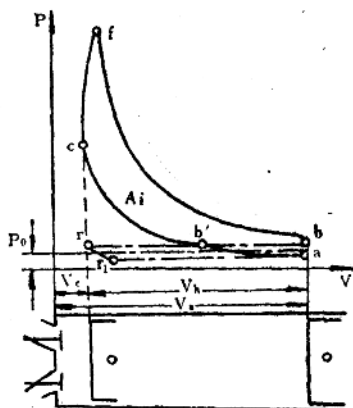
$$\epsilon = \frac{V_a}{V_c} = \frac{V_a + V_c}{V_c} = 1 + \frac{V_h}{V_c}$$

式中： V_a —— 气缸总容积；

V_c —— 燃烧室容积；

V_h —— 气缸工作容积。

压缩过程的作用，是增大工作过程的温差，获得最大限度的膨胀比，提高热功转换的效率，并为燃烧过程创造优越的条件。在柴油机中压缩后气体的高温，是保证燃料着火的必要条件。



V_a —— 气缸总容积； V_h —— 气缸工作容积；
 V_c —— 压缩终了气缸容积

图 1—1—2 四行程发动机示功图

压缩终了压力和温度可用下式计算,

$$P_c = P_0 \cdot \epsilon^{\kappa}$$

$$T_c = T_0 \cdot \epsilon^{\kappa-1}$$

式中: P_0 、 T_0 ——压缩终了缸内气体的压力、温度;

P 、 T ——压缩开始时缸内气体的压力、温度。

P_c 、 T_c 的大致范围是:

汽油机 $P_c = 834 \sim 1960 \text{ kPa}$

$T_c = 600 \sim 700 \text{ K}$

柴油机 $P_c = 2940 \sim 4900 \text{ kPa}$

$T_c = 750 \sim 950 \text{ K}$

压缩比是内燃机的一个重要结构参数。柴油机有较高的压缩比,使压缩终了时缸内气体的温度比燃料的自燃温度高 $200 \sim 300 \text{ K}$, 来保证喷入气缸的燃料能很快的自燃和有一定的冷起动性能。

为了提高汽油机的热效率,应尽量提高汽油机的压缩比,但汽油机压缩比的提高受到爆燃和表面点火的限制。

压缩比的大致范围:

汽油机 $6 \sim 10$; 柴油机 $14 \sim 21$

三、燃烧过程 (如图1—1—2中 $c-f$ 线)

此时进、排气门均处于关闭状态,活塞在上止点附近。

燃烧过程的作用是将燃料的化学能转变为热能,使工质的压力、温度升高。放出的热量愈多,愈靠近上止点,热效率就愈高。

由于燃料的燃烧不是在瞬时完成的,所以柴油机的喷油在上止点前就开始了,如图1—1—3(a)中的 c' 点,柴油同空气混合,借助空气的热量而自燃。开始燃烧速度很快,容积变化很小,工质的温度、压力剧增,接近于定容加热,如图1—1—3(a)中 $c-f'$ 段。接着一面喷油,一面燃油同时活塞向下止点移动,气缸容积增大,而气缸压力升高不大,近于定压加热,如图1—1—3(a)中的 $f'-f$ 段。

在汽油机中,可燃混合气是在火花塞点火前已经形成,着火后火焰迅速传播,从而气体的压力、温度急剧升高,整个燃烧过程接近定容加热,如图1—1—3(b)中 $c-f$ 段。

燃烧最高压力 P_f 及最高温度 T_f 的大致范围是:

汽油机 $P_f = 2940 \sim 4900 \text{ kPa}$

$T_f = 2200 \sim 2800 \text{ K}$

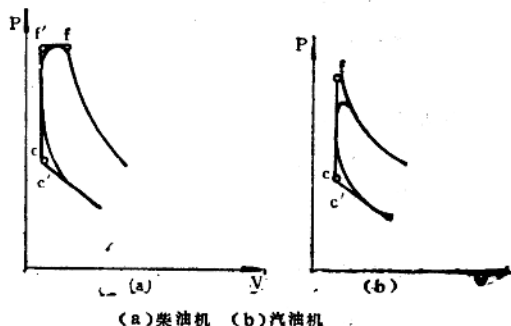


图1—1—3 发动机实际循环燃烧过程

柴油机 $P_f = 5880 \sim 8830 \text{ kPa}$

$T_f = 1800 \sim 2200 \text{ K}$

上述可见, 柴油机因压缩比高, 燃烧时最高爆发压力 P_f 很高, 但由于相对燃料的空气量大, 所以最高燃烧温度 T_f 值反而比汽油机低。

四、膨胀过程 (如图1—1—2中 $f-b$ 线)

此时是高温、高压的工质推动活塞由上止点向下止点移动而气体对活塞作膨胀功的过程, 气体的温度与压力随之递减。

膨胀终点 b 的压力和温度可用下式计算:

$$P_b = P_f \left(\frac{V_f}{V_b} \right)^{n_2}$$

$$T_b = T_f \left(\frac{V_f}{V_b} \right)^{n_2 - 1}$$

式中: P_b 、 T_b ——膨胀终点的压力、温度;

P_f 、 T_f ——燃烧最高压力、温度;

n_2 ——实际膨胀过程的多变指数。

P_b 、 T_b 的大致范围:

汽油机 $P_b = 294 \sim 490 \text{ kPa}$

$T_b = 1500 \sim 1700 \text{ K}$

柴油机 $P_b = 196 \sim 392 \text{ kPa}$

$T_b = 1000 \sim 1400 \text{ K}$

上述可见, 由于柴油机的膨胀比大, 转化为有用功的热量多, 热效率高, 因此, 膨胀终了的温度和压力都比汽油机小。

五、排气过程 (如图1—1—2中 $b-r$ 线)

此时是, 排气门开, 进气门关, 活塞由下止点向上止点移动, 排除气缸内的废气。

由于排气系统有阻力, 排气终了的压力 P_r 大于大气压力 P_0 , 压力差 $P_r - P_0$ 用来克服排气系统的阻力。

排气终了温度、压力范围是:

汽油机 $P_r = 1.05 \sim 1.2 \text{ kPa}$

$T_r = 850 \sim 1200 \text{ K}$

柴油机 $P_r = 1.05 \sim 1.2 \text{ kPa}$

$T_r = 700 \sim 900 \text{ K}$

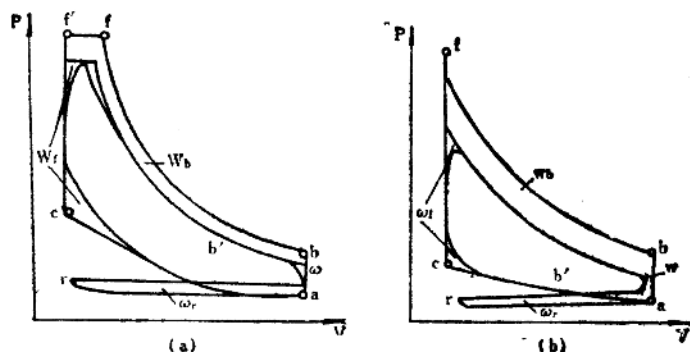
与理想循环相比较, 实际循环存在各种损失, 如图1—1—4所示。

图中: W_1 ——由于工质比热变化和传热、流动等的损失;

W_2 ——非瞬时燃烧和补燃损失;

W_3 ——换气损失;

W_4 ——提前排气损失。



(a) 柴油机; (b) 汽油机

图1—1—4 发动机实际循环与理论循环的差别

综上所述:

(1) 为了循环的重复进行, 必须更换工质, 由此消耗的功称为换气损失, 如图1—1—4中 ω 所示。

(2) 因为燃料燃烧需要一定时间, 这样就造成了燃烧损失和补燃损失, 如图1—1—4中 W_f 所示。

(3) 燃料燃烧, 工质发生物理与化学变化, 在工作过程中出现漏气损失, 因此, 工质的成分和数量上发生了变化。

(4) 在实际循环中存在着热损失, 如图1—1—4中 W_b 所示。

因此, 实际循环功要比理论循环功少。

第二章 发动机的主要性能指标

制定发动机性能指标, 是为了从各方面对发动机进行分析、比较和评价。大体分为两种: 一种是指示指标, 是以工质对活塞做功为基础的性能指标; 另一种是有效指标, 是以发动机输出功为基础的性能指标。

第一节 指示性能指标

指示性能指标分为指示功 W_i 、平均指示压力 p_i 、指示功率 P_i 、指示燃料消耗率 g_i 和指示热效率 η_i , 分述如下。

一、指示功 W_i

在气缸内完成一个工作循环中, 工质对活塞所作的有用功, 称之为指示功 W_i 。其大小可通过闭合曲线所包围的 A_1-A_1 的面积表示, 如图1—2—1所示。图中面积表

示的是指示功, A_i 面积表示的是泵气损失, 它通常包括在发动机的机械损失之中。

下式可求得指示功 W_i 的真实值:

$$W_i = A_i \cdot a \cdot b$$

式中: A_i —— 示功图面积;

a —— 示功图纵坐标比例;

b —— 示功图横坐标比例。

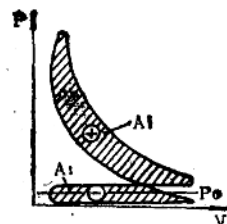


图1—2—1 发动机的P—V图

二、平均指示压力 P_i

为了比较不同形式、不同大小的发动机性能, 需要引入平均指示的概念。

平均指示压力 P_i 是发动机单位气缸工作容积的指示功。

P_i 值的一般范围:

汽油机 784~1180kPa

柴油机 686~981kPa

三、指示功率 P_i

发动机在单位时间内所作的指示功, 称为指示功率 P_i 。

$$P_i = W_i i \frac{n}{60} \cdot \frac{2}{\tau} \quad (\text{kW/s})$$

式中: i —— 缸数;

n —— 转速;

τ —— 行程数。

四、指示燃料消耗率 g_i

指示燃料消耗率是指单位指示功的耗油量。通常以每千瓦小时指示功的耗油量表示。

当测得发动机的指示功率为 P_i (kW), 每小时耗油量为 G_T (g/h) 时, 则指示燃料消耗率为:

$$g_i = \frac{G_T}{P_i} \quad (\text{g/kW} \cdot \text{h})$$

五、指示热效率 η_i

指示热效率 η_i 是发动机实际循环指示功与所消耗燃料的热量之比。

$$\eta_i = \frac{W_i}{Q_i}$$

式中: W_i —— 循环指示功 (kJ);

Q_i —— 为得到 W_i (kJ) 所消耗的热量 (kJ)。

第二节 有效性能指标

有效性能指标分为有效功率 P_e 和机械损失功率 P_m 、有效扭矩 M_e 、平均有效压力 P_e 、升功率 P_L 、有效燃料消耗率 g_e 和有效热效率 η_e ，分述如下。

一、有效功率 P_e 和机械损失功率 P_m

有效功率 P_e ，是发动机输出轴上得到的净功率，称为有效功率 P_e 。

机械损失功率 P_m ，是发动机的指示功率 P_i 在内部传递过程中，受到摩擦损失、泵气损失以及驱动附属设备的损耗等。自身消耗功率的总和，称为机械损失功率 P_m 。

故 $P_i = P_e + P_m$

发动机的有效功率可利用测功器和转速计进行测量计算得出。

二、有效扭矩 M_e

有效扭矩 M_e ，是发动机工作时，由功率输出轴输出的扭矩，称为有效扭矩 M_e 。

三、平均有效压力 P_e

平均有效压力 P_e ，是指发动机单位气缸工作容积发出的有效功，称为平均有效压力 P_e 。它是发动机重要的动力性能指标。

$$P_e = \frac{30 P_i \tau}{V_i i_s} \times 10^3 = 3.14 \frac{M_e \tau}{r_s i_s} \text{ (kPa)}$$

P_e 值的一般范围是：

汽油机 588~1170 kPa

柴油机 588~980 kPa

四、升功率 P_L

升功率 P_L 是发动机每升工作容积所发出的有效功率。它作为动力指标，来衡量它的容积及重量的利用程序。

$$P_L = \frac{P_e}{i V_s} \text{ kW/L}$$

式中： P_e ——发动机的标定功率，kW；

i ——气缸数；

V_s ——每个气缸的工作容积 L_s 。

P_L 值的一般范围：

汽油机 22~55 kW/L

柴油机 11~25.8 kW/L

• • •