

汽车驾驶员 中级技术培训教材

汽车运输职工教育研究会主编

 QICHE

上海科学技术出版社

汽车驾驶员 中级技术培训教材

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

本书内容共分三篇,第一篇汽车构造;第二篇汽车技术使用与维修;第三篇应会考核内容。第一篇和第二篇介绍应知内容,各章后均附复习思考题。第三篇的应会考核,介绍四~六级的试题,考核方法,考核时间,技术标准,操作步骤及要点,评分标准,满分得分。全书文字通俗易懂,图文并茂。本书可作为初、中级汽车驾驶员技术培训教材,汽车技术管理人员及有关专业学校师生自学阅读。

汽车驾驶员中级技术培训教材

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)

浙江上虞科技外文印刷厂排版

新华书店上海发行所发行 上海市印刷三厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 26 字数 622 000

1991年8月第1版 1994年11月第5次印刷

印数 110 001—150 000

ISBN 7-5323-2568-7/U·35

定价: 16.00 元

(沪)新登字 108 号

前 言

本教材系由本会委托山西省汽车运输总公司,根据交通部1987年12月颁发的《汽车驾驶员技术等级标准》中级汽车驾驶员应知应会内容和新制定的《中级驾驶员技术培训教学计划和教学大纲》的要求编写的。根据大纲及读者的要求,编写了驾驶员四至六级应会考核内容,并在每章末附有复习思考题,便于读者自学。

本教材由山西省汽车运输总公司汽车驾驶员培训教材编委会组织编写。编委会主任吕荣民、副主任高开师,编委:吕荣民、高开师、黎焕德、李刚。本书第一篇第一、二、三章由李刚、田晓英同志编写,第一篇第四章由孙秀卿同志编写;第二篇由胡海亭同志编写,其中第三章第三节及第八章由毕余则同志编写,第五章第十四节由孙秀卿同志编写;第三篇由田晓英、李刚、胡海亭、毕余则、孙秀卿同志编写。高坤同志绘图。全书由胡海亭同志审稿。编写过程中,参考了汽车运输职工教育研究组1986年编写的《汽车驾驶员(试用本)》的部分内容,引用了《汽车修理工中级技术培训教材》中的有关图稿,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和指正。

汽车运输职工教育研究会

1991年8月

目 录

第一篇 汽车构造

第一章 汽车发动机	1
第一节 发动机总体结构	1
第二节 发动机工作原理	2
第三节 曲柄连杆机构	11
第四节 配气机构	20
第五节 汽油机供给系	25
第六节 柴油机供给系	36
第七节 润滑系	50
第八节 冷却系	52
复习思考题	54
第二章 汽车底盘	56
第一节 汽车传动原理	56
第二节 离合器	62
第三节 变速器与分动器	65
第四节 万向传动装置	72
第五节 驱动桥	74
第六节 汽车行驶系	79
第七节 转向系	86
第八节 制动系	92
复习思考题	109
第三章 汽车车身	111
第一节 汽车车身	111
第二节 空调装置	111
第三节 风窗刮水器	112
复习思考题	114
第四章 汽车电器	115
第一节 电工学基础知识	115
第二节 蓄电池	121
第三节 点火系	131
第四节 发电机及调节器	137
第五节 起动机	146
第六节 照明设备及其它辅助设备	155
第七节 汽车的电气线路	166
复习思考题	166

第二篇 汽车技术使用与维修

第一章 汽车技术状况的变化和影响汽车使用寿命的因素	168
第一节 汽车技术状况的变化	168
第二节 影响汽车使用寿命的因素	168
复习思考题	171
第二章 汽车的修理	172
第一节 车辆的修理制度	172
第二节 典型零件尺寸的检验(孔类、轴类等)	173
第三节 汽车零件的修理方法	178
第四节 汽车修理工艺的组织	184
复习思考题	185
第三章 汽车的检验	186
第一节 汽车进厂检验	186
第二节 汽车大修后的竣工检验	187
第三节 汽车的主要检测设备	189
复习思考题	194
第四章 车辆的维护制度	195
复习思考题	196
第五章 汽车故障诊断与检修	197
第一节 曲柄连杆机构和配气机构的故障诊断与检修	197
第二节 汽油机燃料系技术状况的检查和调整	209
第三节 汽油发动机综合故障的诊断	214
第四节 柴油机燃料系的检查调整 and 故障分析	218
第五节 冷却系的故障与检修	232
第六节 润滑系的故障与检修	234
第七节 离合器的故障诊断与检修	236
第八节 变速器的故障诊断与检修	242
第九节 万向传动装置的故障诊断与维护	246
第十节 驱动桥的故障诊断与检修	247
第十一节 前桥转向系的故障诊断与检修	252
第十二节 制动系的故障诊断与检修	260
第十三节 悬挂装置的故障诊断与维护	285
第十四节 汽车电器设备的维护调整和故障排除	287
复习思考题	306
第六章 汽车的合理使用	308
第一节 汽车使用性能的评定	308
第二节 汽车在特殊条件下的使用技术	310
第三节 汽车拖挂使用技术	318
第四节 节油技术	320
第五节 轮胎使用技术	325
复习思考题	327

第七章 汽车行驶途中故障急救技术	328
第一节 发动机部分	328
第二节 油路部分	329
第三节 电路部分	329
第四节 底盘部分	330
复习思考题	331
第八章 汽车材料和油料	332
第一节 金属材料的基本知识	332
第二节 黑色金属	336
第三节 有色金属	339
第四节 汽车用燃料	341
第五节 汽车用润滑油料	346
第六节 其它辅助材料	352
复习思考题	354

第三篇 应会考核内容

第一章 四级汽车驾驶员应会考核内容	356
第一节 应会考核试题一览表	356
第二节 使用软联接牵引	356
第三节 重车上坡起步	357
第四节 汽车制动系的检验	357
第五节 调整点火正时	359
第六节 调整气门间隙	359
第七节 调整制动器间隙	330
第八节 汽油泵的装复及安装到发动机上	362
第九节 调整电喇叭声响	363
第十节 调整汽车大灯光距	363
第十一节 使用气缸压力表测量气缸压力	364
第十二节 按图加工零件	365
第十三节 检修万向传动装置	366
第十四节 更换活塞环	366
第十五节 离合器打滑的故障诊断与排除	368
第十六节 前束不正	369
第十七节 点火系高、低压电路综合故障的诊断和排除	369
第二章 五级汽车驾驶员应会考核内容	371
第一节 应会考核试题一览表	371
第二节 半挂车直线倒车 50 米, 不偏离中心 0.5 米	371
第三节 泥泞道路驾驶	372
第四节 分析行车机件损坏事故	372
第五节 使用外径千分尺测量曲轴轴径	373
第六节 更换气缸垫(顶置式气门)	374
第七节 铰研气门座圈	375

第八节 单腔化油器的检修	376
第九节 喷油器的调试	379
第十节 检修水泵	380
第十一节 EQ140 复合制动阀的检修	380
第十二节 分解、装合离合器总成	383
第十三节 QD124型起动机的拆检与维护	384
第十四节 绘制零件草图	385
第十五节 拨正变速器乱档	386
第十六节 柴油发动机排气冒烟故障的诊断和排除	386
第十七节 气压制动装置常见故障的诊断和排除	389
第十八节 电路故障的诊断与排除	391
第三章 六级汽车驾驶员应会考核内容	393
第一节 应会考核试题一览表	393
第二节 下坡抢档控制车速	393
第三节 拖救失事车辆	394
第四节 行车事故分析	394
第五节 使用量缸表测量气缸直径	395
第六节 连杆轴瓦刮削	396
第七节 按二级维护要求维护一只车轮	397
第八节 检查、装合变速器第一、二轴	398
第九节 检修、调整转向器	399
第十节 硅整流发电机的拆检与维护	400
第十一节 汽车大修竣工车试车	402
第十二节 读识一般机械装配图	403
第十三节 发动机异响判断	404
第十四节 转向沉重	405
第十五节 液压制动装置常见故障的诊断和排除	406

第一篇 汽车构造

第一章 汽车发动机

第一节 发动机总体结构

汽车发动机的结构型式很多,但基本构造大同小异,大都由两大机构五大系统组成。各机构和系统的组成见图 1-1-1。

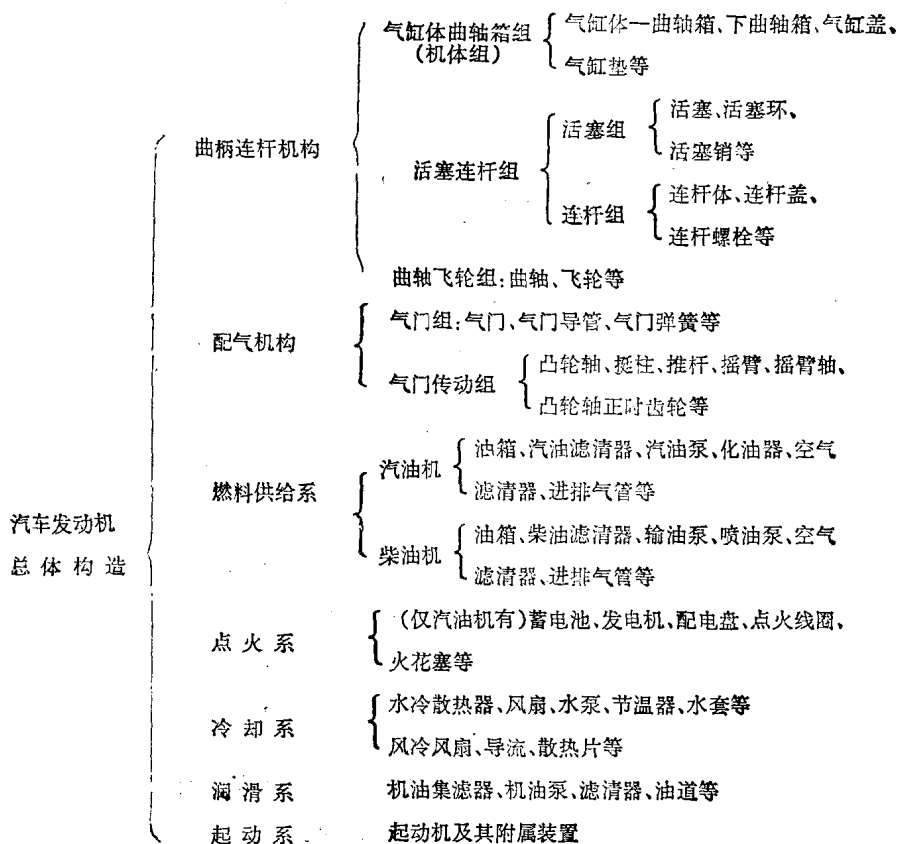


图 1-1-1 发动机总体构造

曲柄连杆机构 是发动机借以产生动力,并将活塞的直线往复运动转变为曲轴的旋转运动而输出动力的机构。

配气机构 其作用是使可燃混合气或空气及时充入气缸并及时从气缸排出废气。

燃料供给系 对于汽油机而言,其作用是把汽油和空气混合成成份合适的可燃混合气供入气缸,以供燃烧,并将燃烧生成的废气排出发动机。对于柴油机则要适时适量地将柴油以一定的压力喷入燃烧室内并把废气排出。

点火系 汽油机点火系的功能是保证按规定时刻及时点燃气缸中被压缩的混合气。

冷却系 其功用是把受热机件的热量散发到大气中去,以保证发动机的正常工作。

润滑系 其功用是将润滑油供给作相对运动的零件,以减少它们之间的摩擦阻力,减轻机件的磨损,并部分地冷却摩擦零件,清洗摩擦表面。

起动系 用以使静止的发动机起动并转入自行运转。

发动机是由许多机构和装置组成的复杂机器。这些机构和装置相互联系,相互制约,共同完成发动机将燃料的热能转变为机械能的任务。

第二节 发动机工作原理

往复式发动机最基本的运动关系和常用术语见图 1-1-2。

活塞 2 置于气缸 1 中,并通过连杆 3 与曲轴 4 相连。当活塞在气缸中作往复运动时,连杆便使曲轴作旋转运动;反之,曲轴旋转时,则可使活塞在气缸中作往复直线运动。

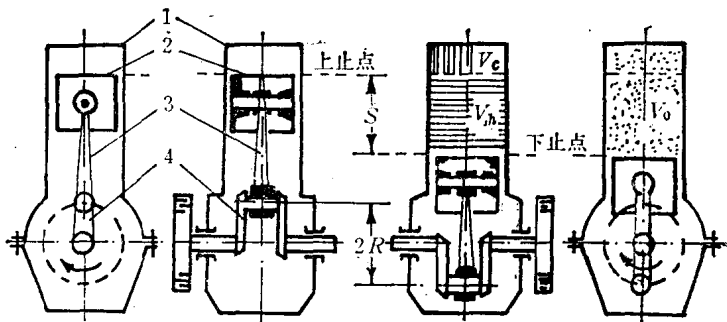


图 1-1-2 往复式发动机基本的运动关系图

1—气缸; 2—活塞; 3—连杆; 4—曲轴

上止点 活塞离曲轴中心最远处,通常即活塞的最高位置。

下止点 活塞离曲轴中心最近处,通常即活塞的最低位置。

活塞行程 上、下止点之间的距离 S 。

曲柄半径 曲轴与连杆下端的连接中心至曲轴中心的距离 R 。对于气缸中心线通过曲轴中心的发动机,活塞行程 S 等于曲柄半径 R 的两倍。即:

$$S = 2R$$

气缸工作容积 V_h 活塞由上止点移动到下止点所扫过的气缸容积,也称气缸排量。若气缸直径为 D ,而 S 、 D 都以厘米为单位,则气缸工作容积可按下式计算:

$$V_h = \frac{\pi D^2}{4 \times 10^3} S \text{ (升)}$$

发动机工作容积 V_L 多缸发动机各气缸工作容积的总和,也称为发动机的排量。若气缸数为 i , 则:

$$V_L = V_h i = \frac{\pi D^2}{4 \times 10^3} S i (\text{升})$$

燃烧室容积 V_c 。当活塞在上止点时,活塞上方的容积,也称为气缸的余隙容积。

气缸总容积 V_a 。当活塞在下止点时,活塞上方的容积。

$$V_a = V_h + V_c$$

压缩比 ϵ 气缸总容积与燃烧室容积之比。即:

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

为了产生动力,必须先将燃料和空气供入气缸,经压缩后使之燃烧发出热能,以气体为工作介质并通过活塞、连杆和曲轴转变为机械能,最后还要将燃烧后的废气排出气缸,如此不断反复。在气缸内每进行一次将燃料燃烧的热能转化为机械能的一系列连续过程,称为发动机的一个工作循环。

对于往复活塞式发动机,凡是活塞在往复四个单程完成一个工作循环的,称为四行程发动机;活塞在两个单程完成一个工作循环的,称为二行程发动机。

一、四行程发动机的工作原理

四行程汽油机和柴油机,由于它们所用的燃料不同(柴油的粘度大,蒸发性差,汽油的粘度小,蒸发性好),因此柴油机和汽油机分别采用了气缸内部和气缸外部两种不同的混合气形成方式,在构造和工作原理上有一定的差别,但它们也有很多相似之处,为叙述方便和便于比较,我们将它们一起进行研究。

为研究发动机工作循环的具体情况,我们利用了示功图,所谓示功图是表示气缸内压力 P 和气缸容积 V 之间关系的图形。见图 1-1-3。气缸容积取决于活塞的位置,因此示功图

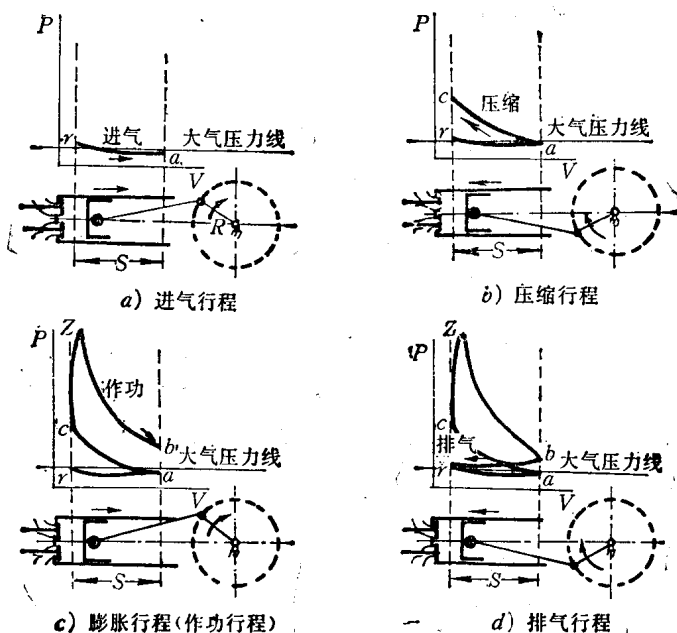


图 1-1-3 四行程汽油机示功图

也就是表示活塞在不同位置时气缸内压力的变化情况。

1. 进气行程

进气行程是气缸吸入新鲜气体的过程。在这个过程中,进气门打开,排气门关闭,活塞由上止点向下止点移动,活塞上面的气缸容积增大,形成部分真空。在大气压力作用下,新鲜气体通过进气管道进入气缸。活塞移动到下止点附近时,进气门关闭,进气过程结束。

进气过程中,由于进气系统阻力的影响,故进气终了时,气缸内压力 P_0 低于大气压力 P_a ,一般汽油机 $P_0 = 74 \sim 88$ 千帕 ($0.75 \sim 0.9$ 千克力/厘米²),柴油机 $P_0 = 78 \sim 93$ 千帕 ($0.80 \sim 0.95$ 千克力/厘米²)。另外,吸入气缸内的新鲜气体由于受气缸壁等高温机件的加热,并与上循环的残余废气混合,进气终了时的进气温度 T_0 高于大气温度,一般汽油机 $T_0 = 353 \sim 403\text{K}$ ($80 \sim 130^\circ\text{C}$),柴油机 $T_0 = 323 \sim 343\text{K}$ ($50 \sim 70^\circ\text{C}$)。

在示功图上进气过程用曲线 r_a 表示, r_a 曲线在大气压力线以下。

在进气过程中,进入气缸的新鲜气量越多,燃烧时所能放出的热量越多,因而发动机功率越大。大排量的发动机排量大,进入气缸的新鲜气体量多,输出功率也大。因此,排量常作为表征发动机尺寸大小和性能的主要结构参数之一。在气缸排量一定时,新鲜气体充满气缸的程度常用充气系数来评定。充气系数是进气行程中实际进入气缸的新鲜气体重量与在标准的环境压力和温度条件下充满气缸工作容积的新鲜气体的重量之比。用符号 η_v 表示。减小进气阻力,降低进气温度,减少残余废气量,均可使实际进气量增加,提高充气系数 η_v 。一般汽油机 $\eta_v = 0.70 \sim 0.85$, 柴油机 $\eta_v = 0.75 \sim 0.90$ 。

汽车驾驶员应加强空气滤清器等的维护,防止进气阻力增大而降低充气系数,保证发动机正常工作。但也不能为增大功率而将空气滤清器弃而不用,这样会加速气缸的磨损,影响发动机的使用寿命。

2. 压缩行程

压缩行程在示功图上用曲线 ac 表示。在这个过程中,进、排气门均关闭,活塞从下止点向上止点移动。进入气缸的新鲜气体被压缩,其压力和温度便提高。一般压缩终了时的气体压力和温度,汽油机 $P_0 = 686 \sim 1470$ 千帕 ($7 \sim 15$ 千克力/厘米²), $T_0 = 573 \sim 773\text{K}$ ($300 \sim 500^\circ\text{C}$), 柴油机 $P_0 = 2940 \sim 4900$ 千帕 ($30 \sim 50$ 千克力/厘米²), $T_0 = 773 \sim 973\text{K}$ ($500 \sim 700^\circ\text{C}$)。

压缩比是发动机的重要参数,对发动机性能影响很大。压缩比愈高,压缩终了时的压力和温度愈高,燃烧速度愈快。同时作功膨胀也越充分,因而可使发动机获得更高的动力性和经济性。

柴油机靠压缩自燃,为了创造柴油自燃的有利条件,压缩比设计得较高,一般为 $16 \sim 22$ 。压缩比高是柴油机具有较高燃料经济性的主要原因之一。但高的压缩比带来高的压缩压力和燃烧压力,使柴油机各主要零件承受高的机械负荷。需要加强零件的强度和刚度,这是柴油机尺寸重量比汽油机大的原因。

汽油机点火后的正常燃烧是由火源附近开始的,火焰逐层向外传播,直至传遍整个燃烧室。当压缩比过高时,由于温度过高,离火花塞较远的那部分混合气有足够的时间完成燃烧前的准备工作,不等火焰传到即自行发火燃烧。新的火焰以 $1500 \sim 2000$ 米/秒的极高速度向外传播,压力、温度急剧增加,形成压力波,撞击燃烧室壁,发出金属响声,这就是爆燃。爆燃会导致发动机功率下降,油耗增加,过热和磨损加剧,甚至损坏机件。因此,在提高压缩比

时,必须防止爆燃产生。防止爆燃的主要措施是采用较高牌号的汽油和设计更合理的燃烧室,一般汽油机压缩比为6~9(小客车发动机有的达10~12)。

对压缩比一定的发动机来说,压缩终了气体的压力和温度,显然与进气情况和主要机构的技术状况密切相关。如果进气不足,或在压缩过程中有漏气的部位,其压缩压力低,功率会下降。因此在发动机的实际使用中或修理后,常常须测量压缩压力 P_c 以检查气缸内的密封程度。对于一定的发动机,压缩压力不应低于额定数值。如发现压缩压力过低,应查明原因,及时检修。

3. 作功行程

作功行程是可燃混合气燃烧和膨胀作功的过程。在这个过程中,进、排气门仍旧关闭。活塞压缩气体到达上止点附近时,汽油机的可燃混合气被装在气缸盖上的火花塞发出的电火花点燃。柴油机则在此刻通过喷油器将高压燃油以雾状喷入气缸,在很短的时间内与气缸中的压缩空气混合,形成可燃混合气,由于压缩终了时缸内温度比柴油的自燃温度高300~400K,柴油很快即完成燃烧前的物理化学准备而自行发火燃烧。

燃烧放出的热量使气体的温度和压力迅速增高。高温高压的燃气,推动活塞向下止点运动,通过连杆使曲轴旋转而对外输出作功,见图1-1-3。

在示功图上,可燃混合气在 c 点着火,曲线 cz 部分表示可燃混合气燃烧时燃气的压力剧增。曲线 zb 表示高压气体膨胀作功的过程。

燃烧时的最高压力 P_z 和最高温度 T_z ,汽油机可达 $P_z = 2940 \sim 4900$ 千帕(30~50千克力/厘米²), $T_z = 2173 \sim 2773$ K(1900~2500℃);柴油机可达 $P_z = 4900 \sim 9800$ 千帕(50~100千克力/厘米²), $T_z = 1773 \sim 2173$ K(1500~1900℃)。

在这个过程中,燃料的燃烧是否完全,以及燃烧产生的热量能否有效地利用,对于发动机的功率和油耗有重要的关系。点火(或喷油)时刻对燃烧过程影响很大,因此我们要正确地调整点火或喷油时刻,使燃料迅速及时地燃烧,从而保证发动机的动力性和经济性。

4. 排气行程

排气行程是从气缸中排出废气的过程。可燃混合气燃烧后变成废气,为了使发动机进行下一循环的可能,必须将废气排除。膨胀接近终了时,排气门打开,靠废气的压力自由排气,活塞到达下止点后再向上止点移动时,继续将废气强制排到大气中。活塞到达上止点附近时,排气过程结束。因燃烧室占有一定的容积,故排气终了时不可能将废气全部排净,气缸中仍留有少量废气,这部分废气称为残余废气。残余废气不仅影响充气,对燃烧也有不良影响,因此希望废气尽可能排除干净。

在示功图上,排气门在 b' 点打开,曲线 $b'b$ 表示自由排气过程,曲线 br 表示强制排气过程。废气在排气过程中,因排气系统有阻力, br 曲线仍高于大气压力线。一般排气终了时的废气压力为102.9~122.5千帕(1.05~1.25千克力/厘米²)。废气的温度,汽油机为813~1173K(600~900℃),柴油机为773~973K(500~700℃)。

发动机的排气温度 T_r 不仅受很多结构因素的影响,而且还与发动机的调整和使用工况有关,如混合气成份、点火或喷油时刻、负荷、转速等。若单从热功转换来考虑,如燃烧同样多的燃料时,热转换为功越多,则排气温度应越低。因此,排气温度常用来作为衡量发动机工况好坏的一个标志。在使用中,如发现排气管温度增高或排烟异常时,应查明原因,进行调整。

发动机的进气、压缩、燃烧做功、排气四个连续的过程,构成一个工作循环。四行程发动机这期间活塞在上下止点间往复移动四个行程,相应地曲轴旋转两圈。排气过程结束后,紧接着开始下一个循环的进气过程,发动机就是这样周而复始地工作。在各个行程中,正是由于发动机各组成机件之间存在着严密的协调关系,才保证了发动机工作循环的实现。

通过上述工作循环可看出,柴油机比汽油机充气系数高,压缩比大,燃烧的最高压力大,燃烧气体膨胀比较充分,排气终了温度也低,热效率高,所以耗油率平均比汽油机低30%左右;有较好的燃料经济性,因此在大吨位的载重车上得以广泛应用。而在中、小型汽车上则多采用较柴油机转速高,重量轻,工作噪音小,起动容易,制造和维修费用低的汽油机。

二、二行程发动机的工作原理

二行程发动机的一个工作循环也包括进气、压缩、燃烧做功和排气四个过程,只不过这些过程是在活塞进行两个行程,曲轴旋转一圈的时间内完成的。

1. 二行程汽油机的工作原理

图 1-1-4 为用曲轴箱换气的二行程汽油机工作示意图。

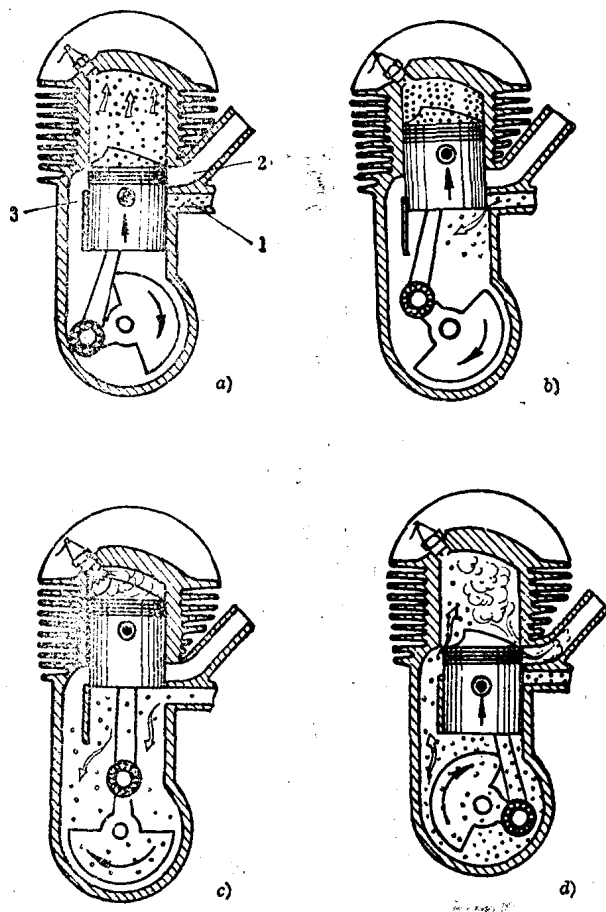


图1-1-4 二行程汽油机工作示意图

a) 压缩; b) 进气(可燃混合气); c) 燃烧; d) 排气

1—进气孔; 2—排气孔; 3—换气孔

发动机气缸上有三个孔,这三个孔可分别在一定的时刻为活塞关闭。孔1与化油器相通,可燃混合气经孔1流入曲轴箱,继而可经孔3进入气缸内,而废气则可经过与排气管连通的孔2被排出。

图1-1-4a表示活塞向上移动,到活塞将三孔都关闭时,开始压缩在上一循环即已吸入气缸内的可燃混合气,同时在活塞下面的曲轴箱内形成真空度(这种发动机的曲轴箱必须是密封的)。当活塞继续上行时,进气孔1开启,可燃混合气便吸入曲轴箱(图1-1-4b)。活塞接近上止点时(图1-1-4c),火花塞发出电火花,点燃被压缩的混合气,高温、高压气体膨胀,推压活塞下行做功。进气孔1逐渐被关闭,流入曲轴箱的混合气则因活塞下行而被预先压缩。当活塞接近下止点时,排气孔2开启,废气排出。紧接着,换气孔3打开,受到预压的新鲜混合气便由曲轴箱经该孔流入气缸内,并驱逐废气(图1-1-4d)。废气从气缸内被新鲜混合气驱除并取代的过程,称为气缸换气过程。换气过程延续到活塞再上行将三个孔都关闭为止。接着又开始下一个工作循环。

由上述可知,在二行程发动机内,一个工作循环所包含的两个行程是:

第一行程 活塞自下止点向上移动,事先已充入活塞上方的混合气被压缩,新的可燃混合气又自化油器被吸入活塞下方的曲轴箱内。

第二行程 活塞自上止点向下移动,活塞上方进行着做功过程和换气过程,而活塞下方则进行可燃混合气的预压。

发动机活塞顶的特殊形状,是为将新鲜混合气的气流引向上部,利用新鲜混合气来驱除废气,使排气较为彻底,同时也减少了新鲜混合气随废气排出气缸的损失。

2. 二行程柴油机工作原理

图1-1-5为带有扫气泵的二行程柴油机工作示意图。

空气由扫气泵提高压力后,可经装在气缸外部的空气室和气缸壁(或气缸套)上的许多小孔进入气缸内,废气则经气缸盖上的排气门排出。

在第一行程中,活塞自下止点向上止点移动。行程开始前不久,进气孔和排气门均已开启,利用来自扫气泵加压的空气使气缸换气(图1-1-5a)。当活塞继续上移,进气孔被遮盖,排气门也关闭,空气受到压缩(图1-1-5b)。当活塞接近上止点时,气缸内的压力和温度增高,燃油在高压下喷入气缸内,与空气混合并自行着火燃烧,气缸内压力剧增(图1-1-5c)。

在第二行程中,活塞受燃烧气体膨胀作用由上止点向下止点移动而做功。活塞下行三分之二行程时,排气门开启,排出废气(图1-1-5d),气缸内压力降低,接着进气孔开启,进行换气。换气过程一直继续到活塞再向上移动三分之一行程的距离,进气孔完全被遮盖为止。

3. 二行程发动机的优缺点

二行程发动机与四行程发动机比较,其主要优点如下:

(1) 曲轴每转一圈就有一个做功行程,因此,当二行程发动机的工作容积和转速与四行程发动机相同时,在理论上它的功率应等于四行程发动机的二倍。

(2) 由于发生做功过程的频率较高,故运转较平稳。

(3) 由于部分或全部采用窗孔换气,简化了配气机构,因而结构简单,重量轻,制造费用低,使用维修方便。

二行程发动机的最大缺点是不易将废气排除得较干净,并且在换气时减少了有效工作

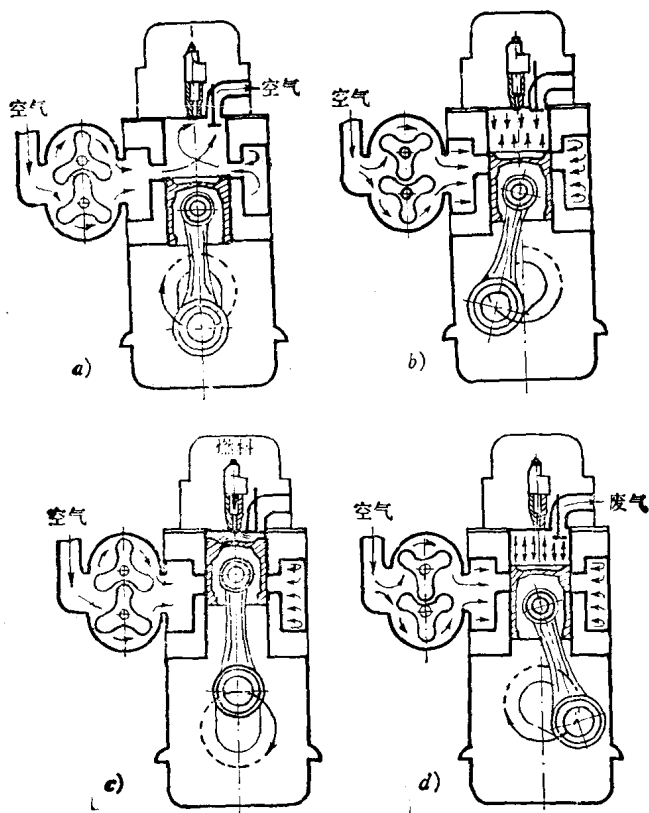


图 1-1-5 二行程柴油机工作示意图

a) 换气; b) 压缩; c) 燃烧; d) 排气

行程。因此在同样的工作容积和曲轴转速下，二行程发动机的功率并不等于四行程发动机的二倍，只等于 1.5~1.6 倍；二行程汽油机在换气时有一部分新鲜的可燃混合气随同废气排出，经济性差。二行程柴油机在换气过程中是用纯空气驱除废气，没有直接的燃料损失，经济性较好，所以在汽车上得以应用。

三、发动机主要性能指标与特性

发动机的主要性能指标有动力性指标(有效扭矩、有效功率)和经济性指标(燃油消耗率)。

1. 有效扭矩

发动机通过飞轮对外输出的扭矩称为有效扭矩。一般用符号“ M_e ”表示，单位为：牛·米(工程单位制为：千克力·米)。

2. 有效功率

发动机通过飞轮对外输出的功率称为有效功率。一般用“ N_e ”表示，单位为：千瓦(工程单位制为：马力)，它表示发动机在单位时间内所完成的功。有效功率与有效扭矩和转速有关，当发动机有效扭矩和转速由试验测得后，有效功率便可由下式计算：

$$N_e = M_e \cdot \frac{2\pi n}{60} \times 10^{-3} = \frac{M_e n}{9550} \text{ (千瓦)}$$

式中 M_e ——牛·米； n ——转/分。

在应用工程单位制时：

$$N_e = \frac{M_e n}{716.2} (\text{马力})$$

式中 M_e ——千克·米； n ——转/分。

由上式可知，如有两台转速相同的发动机，扭矩大者能带动阻力较大的工作机械，即有效功率大。反之，扭矩小者只能带动阻力较小的工作机械，有效功率小。如有两台扭矩相同的发动机，那么它们所能带动的工作机械的阻力是相同的。但是，转速高者在单位时间内作功次数多，有效功率大。反之，转速低者在单位时间内作功的次数少，有效功率也就小。

可见，有效扭矩和有效功率是评定发动机动力性的主要工作指标。为了便于正确选择和合理使用发动机，按其用途和使用特点，在产品铭牌和使用说明中标有允许使用的有效扭矩和有效功率的最大值以及相应的转速，这称为标定扭矩、标定功率和标定转速。使用时不允许超过标定值，否则会降低发动机使用寿命，或造成不应有的故障和损伤。

3. 燃油消耗率

发动机每发出 1 千瓦有效功率，在 1 小时内所消耗的燃油量（以克为单位），称为燃油消耗率，一般用符号“ g_e ”表示，单位为：克/（千瓦·时）。

即：
$$g_e = \frac{G_b}{N_e} \times 10^3 \text{ 克/（千瓦·时）}$$

式中 G_b ——发动机每小时的耗油量（千克/时）；

N_e ——千瓦

在工程单位制中：

$$g_e = \frac{G_b}{N_e} \times 10^3 \text{ 克/（马力·时）}$$

式中 G_b ——千克/时；

N_e ——马力。

发动机每小时耗油量 G_b 可以用来评价功率相同的发动机的经济性，但对于不同动力性的发动机只能用有效耗油率来比较。在说明书中常标有最低有效耗油率。不同发动机的有效耗油率是不同的。同一台发动机的耗油率，也随使用情况和技术状况的变化而不同。

应当指出，评价发动机时不能只看工作指标是否先进，还应全面地衡量其可靠性、耐久性和生产成本等方面。

发动机随着使用情况的不同，它所发出的功率、扭矩和燃料消耗率等也是不断变化的。这些性能指标随调整情况和工况而变化的关系，称为发动机的特性。通常在座标图上以曲线的形式表示这种关系，称为发动机的特性曲线。

在各种发动机特性中，最常用的是表征有效扭矩、有效功率和燃料消耗率随发动机工作状况而变化的速度特性和负荷特性。

1. 速度特性

发动机的有效指标随转速变化而变化的关系称为速度特性。

速度特性可通过发动机在试验台上（例如测功器试验台）进行试验而求得。试验时，发动机工作在正常温度，正常机油压力，且点火提前角（或喷油提前角）以及燃料供给系的调