

交通系统中等专业学校试用教材

汽车构造

(上册)

山东省交通学校等编

人民交通出版社

交通系统中等专业学校试用教材

要 容 目

汽车构造

(上册)

(汽车运用与修理专业用)

山东省交通学校等编

人民交通出版社

内 容 提 要

本书分上、下两册，叙述现代汽车的构造和工作原理，并结合汽车使用 and 修理进行一定的结构分析。上册内容为汽车发动机，下册内容包括汽车的传动系、行驶系、控制机构和汽车的一般布置等。

本书作为中等专业学校“汽车运用与修理”专业试用教材，也可供工人和有关专业人员参考。

(上册)

(用业书第006号)

交通系统中等专业学校试用教材

交通系统中等专业学校试用教材

汽 车 构 造

上 册

山东省交通学校等 编

人民交通出版社出版

(北京市安定门外和平里)

北京市书刊出版业营业许可证出字第006号

国营烟台印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

开本：787×1092 $\frac{1}{16}$ 印张：10.75 字数：266千

1978年10月第1版

1978年10月第1版第1次印刷

印数：0001—201,000册 定价：0.89元

前 言

《汽车构造》是中等专业学校“汽车运用与修理”专业的一门专业基础课。学好“汽车构造”对进一步学习专业课、参加专业生产实践和科学实验都具有极为重要的作用。

虽然汽车的构造比较复杂，具体结构更是千变万化、日新月异，但它的基本组成，本质上是一致的，各种结构也都有它共同之处，即有它一定的规律性。学习《汽车构造》就是要在学好基础课和基础技术课的基础上，通过对某些典型结构的全面了解，认识并掌握其基本规律，以达到举一反三、触类旁通的目的。

本试用教材是根据一九七七年交通部中专教材会议制订的“汽车运用与修理”专业教育计划中提出的培养目标和其他有关规定编写的。针对专业、服务于专业，是编写本试用教材的主要指导思想，因而在内容的取舍、主次的选择以及对运用与维修有密切关连的内容（如有关润滑、防漏、调整、装配的特殊要求等）给予了一定的注意。由于编者水平所限，错误和缺点在所难免，殷切希望使用本试用教材的单位或个人，多提宝贵意见（请径寄济南市山东省交通学校），以便再版时加以修正，使其逐步完善。

考虑到新教育计划对“汽车燃料与轮胎”不再单独设课，将有关汽车用燃料与轮胎等基本知识，分别列入有关章节。此外，为了适应自学者的需要，保留了汽油机点火系一章。

某些篇章中有关典型结构（如汽油供给系的各种类型化油器、传力系的各种变速同步器等）和新技术（如排气净化、废气涡轮增压以及制动防抱装置等）的介绍，在教学中请根据各校具体情况，在满足基本要求情况下，酌情增删。

本试用教材的编写工作，是在交通部统一组织和领导下，由山东省交通学校主编，湖南、福建、贵州、内蒙古、黑龙江等省、自治区交通学校协编。在编写过程中，曾得到有关单位和个人的大力协助，在此表示感谢。

目 录

总 论

第一篇 汽车发动机

第一章 发动机的一般构造和工作循环	(5)
第一节 发动机的一般构造	(5)
第二节 发动机的工作循环	(6)
第二章 曲柄连杆机构	(11)
第一节 气缸体	(11)
第二节 气缸盖与燃烧室	(14)
第三节 活塞	(18)
第四节 活塞环	(25)
第五节 活塞销	(30)
第六节 连杆	(31)
第七节 曲轴	(35)
第八节 减振器与飞轮	(44)
第九节 发动机的支撑	(47)
第三章 配气机构	(48)
第一节 配气机构的组成	(48)
第二节 配气机构的主要机件	(51)
第三节 配气相位	(60)
第四章 汽油机燃料供给系	(62)
第一节 概述	(62)
第二节 汽油	(63)
第三节 可燃混合气成分对发动机工作的影响	(64)
第四节 简单化油器和可燃混合气的形成	(66)
第五节 发动机各种工作情况对可燃混合气的要求	(67)
第六节 现代化油器的基本结构	(68)
第七节 化油器的型式	(73)
第八节 典型化油器	(74)
第九节 汽油供给装置	(87)
第十节 空气滤清器及进、排气管	(90)
第十一节 汽车的排气净化	(93)
第五章 汽油机蓄电池点火系	(95)
第一节 概述	(95)

第二节	可燃混合气的点燃	(96)
第三节	蓄电池点火系的工作原理	(96)
第四节	蓄电池点火系的主要机件	(97)
第六章	冷却系	(105)
第一节	概述	(105)
第二节	水冷却系的组成与主要机件	(106)
第三节	风冷却系的构造和工作情况	(115)
第七章	润滑系	(115)
第一节	概述	(115)
第二节	润滑系油路	(119)
第三节	润滑系主要机件	(122)
第四节	曲轴箱通风	(129)
第八章	柴油机燃料供给系	(130)
第一节	柴油机燃料供给系的组成与柴油	(130)
第二节	柴油机可燃混合气的形成与燃烧过程	(132)
第三节	喷油器	(137)
第四节	喷油泵	(139)
第五节	调速器	(147)
第六节	联轴器与供油提前角调节装置	(156)
第七节	柴油机燃料供给系的辅助装置	(158)
第八节	电热塞	(161)
第九节	废气涡轮增压器	(163)

总 论

一、汽车的主要类型

汽车可根据它的用途和所采用的发动机类型来分类。根据汽车的用途,可分为运送旅客或货物的运输汽车和为了完成某种生产作业的专用汽车,如救火汽车、起重汽车、洒水汽车等。根据所采用的发动机类型可分为采用内燃机的内燃机汽车,采用电动机的电动汽车等。在内燃机汽车中,因所用燃料不同,又可分为用汽油作燃料的汽油汽车,用柴油作燃料的柴油汽车,以及用可燃性气体作燃料的煤气汽车。

在运输汽车中,由于运输的对象不同,又可分为小客车、大客车、载重汽车和专用运输车等。

小客车——用于个别地运送旅客,一般设有2~8个座位。由于所采用的发动机工作容积(排量)大小不同,这类汽车可分为微型汽车(排量在0.75升以下)、轻型小客车(排量为0.8~2.0升)、中级小客车(排量为2.0~4.0升)和高级小客车(排量在4升以上)。

大客车——用于成批地运送旅客,一般用作城市公共汽车、长途公共汽车或团体专用车。这类汽车可按座位数来分类,座位数为8~15的属小容量大客车,座位数为15~40的属中容量大客车,座位数在40以上的属大容量大客车。

载重汽车——一般根据额定载重量来分类。所谓额定载重量(或称名义载重量),是指汽车在公路上行驶时许可的最大载重量,一般以吨来计算。根据额定载重量,载重汽车可分为轻型(载重量小于3吨)、中型(载重量为3~8吨)和重型(载重量在8吨以上)三类。

在载重汽车中,为了适应运输生产中某些特殊要求,产生了便于倾卸的自卸汽车,能在坏路或无路条件下行驶的越野汽车,以及用来牵引挂车的牵引汽车等。

专用运输汽车——它是为了运送某种特殊货物或完成某种特殊运输需要而具有特殊装备的运输用车。常见的油罐车、冷藏车、散装水泥车、救护车以及农用汽车等即属于这一类。

目前绝大多数运输用汽车,采用内燃机作动力。本书下列各章仅就这一类汽车作为讨论对象。

为了在生产、使用和维修工作中便于区别不同的车型,第一机械工业部对国产汽车制订有汽车产品编号规则,以简单的编号表示不同汽车的厂牌、用途和基本特性。

根据一机部《汽车产品编号规则》(汽130—59)的规定,国产汽车的基本型号用两个汉语拼音字母表示生产厂,汉语拼音字母后面的数字部分,第一位数字是汽车类型的代号,第二位数字是汽车特征参数的代号,第三位数字是该型汽车的生产顺序号(表0-1)。例如南京汽车制造厂生产的跃进牌2.5吨载重车,其型号为NJ130, NJ表示南京汽车制造厂,“1”代表载重汽车,“3”代表额定载重量为1.5~3吨,“0”代表该厂所生产的这种汽车的第一种车型。

车型数字代号

表 0-1

名 称	参数代号 种类代号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
载重汽车	0									
	1	~0.6	>0.6 ~1.5	>1.5 ~3	>3 ~5	>5 ~9	>9 ~15			
越野汽车	2	~0.6	>0.6 ~1	>1 ~2	>2 ~4	>4 ~7	>7 ~12	>12 ~15		
自卸汽车	3			~2.5	>2.5 ~4.5	>4.5 ~7.5	>7.5 ~15	>15 ~30	>30 ~50	>50
	4									
	5									
大 客 车	6	(~8)	(~8) (~15)	(~15) (~22)	(~22) (~30)	(~30) (~40)	(~40)			
小 客 车	7	~0.4	>0.4 ~0.7	>0.7 ~1.3	>1.3 ~2	>2 ~3	>3 ~4.5	>4.5 ~6		
	8									
	9									

注：①表中数字除大、小客车外，都以吨为单位。大客车以座位为单位，小客车以发动机排量(升)为单位。

②载重汽车一栏中的数字为公路上的名义载重量。

③越野汽车一栏中的数字为越野条件下的载重量。

④大客车的座位数仅作定型号时的参考数据。

二、汽车的一般构造

汽车的类型虽然很多，但它们的基本组成是一致的，根据习惯，可分为发动机、底盘、车身和电气设备四大部分(图0-1)。

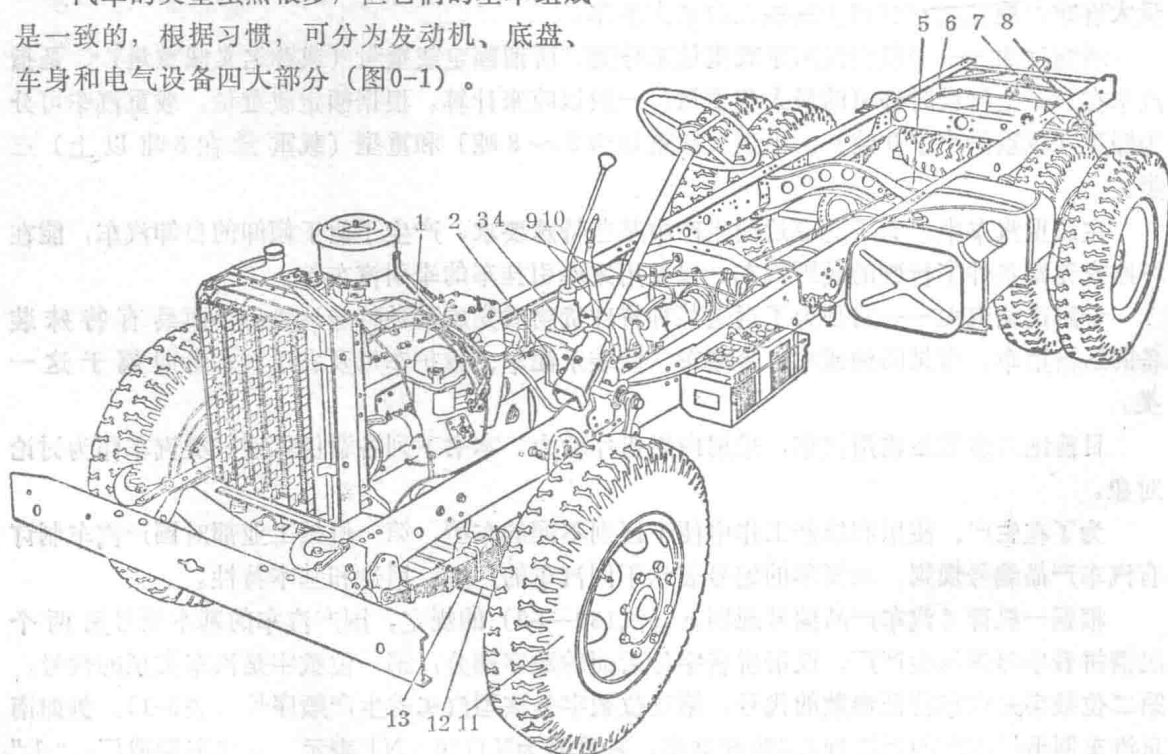


图0-1 载重汽车总体构造

- 1-发动机；2-离合器；3-变速器；4-传动轴；5-后桥；6-车架；7-后钢板弹簧；
8-后轮；9-转向机；10-手制动器；11-前轮；12-前桥；13-前钢板弹簧

发动机——发动机是汽车行驶的动力源泉。绝大部分汽车的发动机安装在车架6的前部，但也有少数汽车将发动机安装在车架的后部或其他位置。

底盘——底盘是汽车的基础，它包括传动系、行驶系、转向系和制动系等四大部分。

传动系的作用是将发动机的动力传至驱动车轮，它由离合器2、变速器3、传动轴4以及后桥5等所组成。

行驶系的作用是支承所有其他机件，保证汽车行驶。它由车架6、前桥12、后桥5、前钢板弹簧13、后钢板弹簧7、前轮11以及驱动后轮8等所组成。

转向系包括转向机以及与它相连的杆件等。其作用是通过驾驶员的操纵，使转向车轮改变角度，从而达到汽车转向的目的。

制动系一般有两套独立装置，一套作用在车轮上，另一套作用在变速器与传动轴之间（也有的作用在后车轮上），通过驾驶员用脚或手操纵，使车轮或传动轴停止转动或降低转速，从而达到汽车停止或减速的目的。

车身——车身安装在车架6上，它用来装载乘客或货物。由于汽车的用途不同，汽车可以装用各种不同式样的车身。对一般载重汽车来说它包括驾驶室和货箱二部分。

电气设备——它是由电源、发动机起动系和点火系以及汽车照明、信号等用电设备所组成。

三、汽车的主要技术特性

为了说明汽车的主要技术性能，除所装用发动机的类型和特性外，经常用下列参数来表示：

1. 汽车自重——汽车完全装备好的重量（公斤）。它除了包括发动机、底盘和车身重量外，还包括燃料、润滑油、水、随车工具和备用轮胎的重量，但不包括驾驶员、乘客和货物的重量。

2. 乘载量——汽车在公路上行驶时的最大额定载重量（或称名义载重量）。载重车以公斤计，大、小客车则以客座计。

3. 总重——汽车自重和乘载量的总和。

4. 汽车的外廓尺寸——它包括长、宽、高以及前悬、后悬等尺寸（图0-2）。

1) 长 L ——汽车长度方向二极端点间的距离（毫米）；

2) 宽 S ——汽车宽度方向二极端点间的距离（毫米）；

3) 高 H ——汽车最高点至地面间的距离（毫米）；

4) 前悬 A_1 ——汽车最前端至前轴中心的距离（毫米）；

5) 后悬 A_2 ——汽车最后端至后轴中心的距离（毫米）；

6) 接近角 α ——通过汽车最前端最低处所作的前轮切线与地平面所成的交角（度）；

7) 离去角 β ——通过汽车最后端最低处所作的后轮切线与地平面所成的交角（度）；

8) 转向半径——汽车转弯时，转向中心到汽车外侧转向车轮轨迹间（或前翼子板的外缘）的最小距离（毫米）。

5. 车轮数和主动轮数——汽车车轮数和其中的主动轮数，通常以 4×2 、 4×4 、 6×6 等表示，其中前面的数字代表车轮总数（双胎作一轮计），后面的数字代表主动轮数。如 6×6 表示全轮驱动的三轴汽车。

6. 轴距 B ——汽车前轴中心至后轴中心的距离。如为三轴汽车，则为汽车前轴中心至后轴与中轴中心间的距离（毫米）。

7. 轮距——同一车桥左右轮胎胎面中心线间的距离 K_1 。如为双轮胎时，则为同一车桥一端两轮胎中心至另一端两轮胎中心间的距离 K_2 （毫米）。

8. 地隙 C ——汽车满载时，汽车最低点至地面的距离（毫米）。

9. 最高车速——汽车在平坦公路上行驶时能达到的最大速度（公里/小时）。

10. 最大爬坡度——汽车在满载时最大的爬坡能力（度或%）。

11. 平均燃料消耗量——汽车在公路行驶时平均的燃料消耗量（升/百公里）。

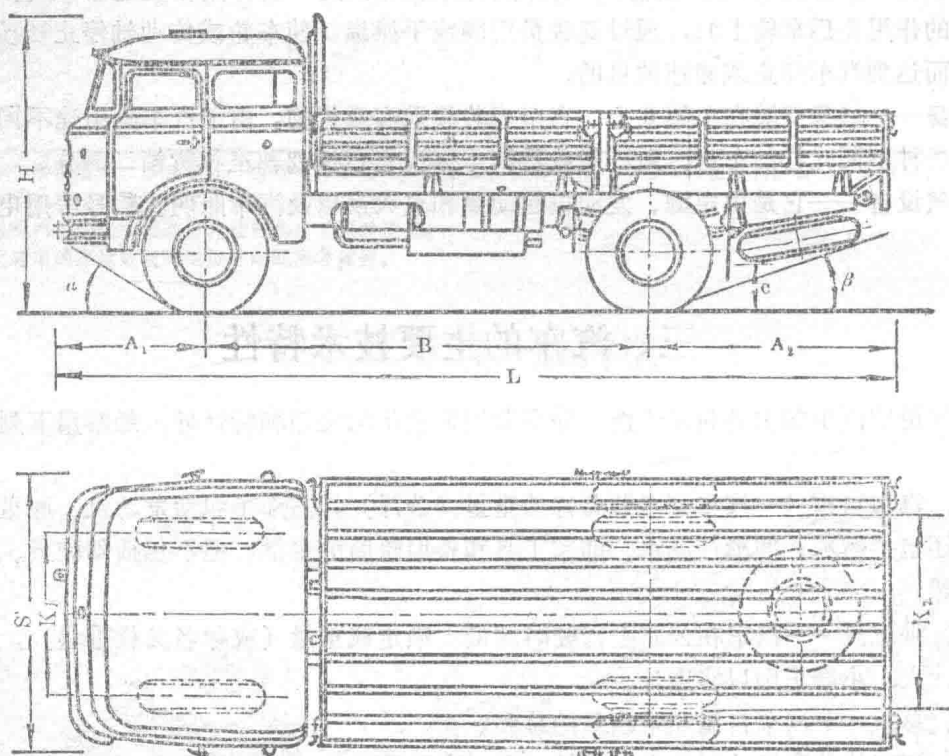


图0-2 汽车的外廓尺寸

第一篇 汽车发动机

第一章 发动机的一般构造和工作循环

目前绝大多数汽车采用往复式活塞式发动机，它是一种通过燃料在发动机内部燃烧，将热能转变为机械能的动力装置。也有极少数汽车采用旋转活塞式发动机或燃气轮机。

车用往复式活塞式发动机，根据使用的燃料不同，又可分为燃用汽油的汽油发动机（简称汽油机）和燃用柴油的柴油发动机（简称柴油机）。本篇各章仅就汽油机和柴油机进行叙述。

第一节 发动机的一般构造

一、发动机的一般构造

汽油机的一般构造示于图1-1，它由气缸2、曲轴箱7、活塞3、连杆5、曲轴9、进气门15、排

气门16、化油器13、火花塞17、水套等所组成。活塞可在气缸里作往复直线运动，曲轴安装在曲轴箱的轴承中作旋转运动。连杆用来连接活塞和曲轴，使活塞的往复运动转变为曲轴的旋转运动。化油器将汽油和空气混合成可燃混合气。火花塞产生电火花，点燃进入气缸的可燃混合气，使其燃烧放出热量。水套内充满冷却水，用以冷却高热的零件，保证发动机的正常运转。此外，发动机还附有机油泵，供应润滑油至各活动表面，以减少机件的磨损。

柴油机的一般构造，大体上与汽油机相同。但由于使用的燃油不同，柴油机没有化油器和火花塞，而设置喷油泵和喷油器等。喷油泵使柴油产生高压，然后通过喷油器喷入气缸，与压缩后的高温空气混合进行燃烧。

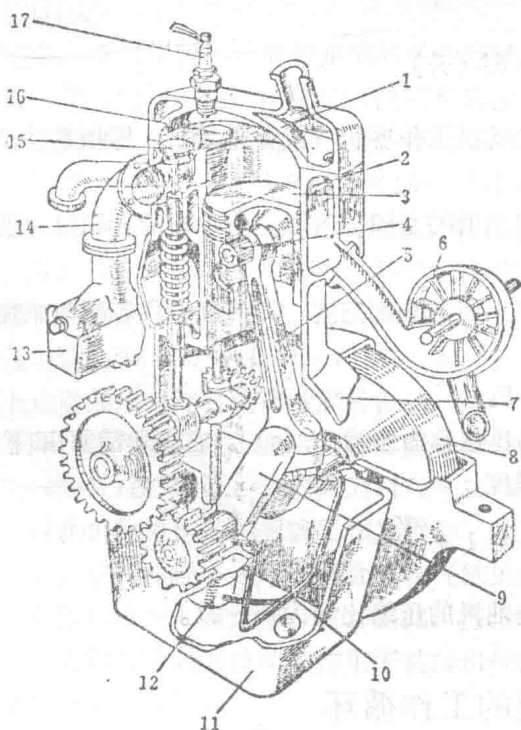


图1-1 单缸四冲程汽油机结构示意图

1-气缸盖，2-气缸，3-活塞，4-活塞销，5-连杆，6-水泵，7-曲轴箱，8-飞轮，9-曲轴，10-机油管，11-油底壳，12-机油泵，13-化油器，14-进气管，15-进气门，16-排气门，17-火花塞

二、常用术语

1. 上止点——当活塞在距离曲轴回转中心最远处，即活塞在最高位置，称为上止点（图1-2之a）。

2. 下止点——当活塞在距离曲轴回转中心最近处，即活塞在最低位置，称为下止点（图1-2之b）。

3. 冲程——活塞由一个止点到另一个止点运动一次的过程，称为一个冲程。

4. 活塞行程——活塞由一个止点到另一个止点移动的距离，称为活塞行程，通常用 S 表示。曲轴每转一周，活塞在气缸内往复移动二个行程。设曲轴回转半径——曲轴与连杆大端连接的中心至曲轴回转中心的距离为 R ，则 $S = 2R$ 。

5. 气缸工作容积——

在一个气缸里，活塞从上止点移动到下止点所让出的空间称为气缸工作容积(V_h)。

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

式中： D ——气缸直径（厘米）；

S ——活塞行程（厘米）。

多缸发动机的工作容积，为全部气缸工作容积的总和(V_L)。设气缸数为 i ，则

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

发动机（或汽车）使用说明书中所载明的发动机工作容积（或称排量），即指发动机全部气缸工作容积的总和。

6. 燃烧室容积——活塞在上止点时，活塞上面的空间称为燃烧室，它的容积称为燃烧室容积(V_c)。

7. 气缸总容积——活塞在下止点时，活塞上面的全部空间，即气缸工作容积与燃烧室容积之和称为气缸总容积(V_a)。

$$V_a = V_h + V_c$$

8. 压缩比——气缸总容积与燃烧室容积的比值称为压缩比(ϵ)。它表示活塞由下止点运动到上止点过程中，气缸内气体被压缩的程度。

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

目前一般车用汽油机的压缩比约为6~10，柴油机的压缩比约为16~21。

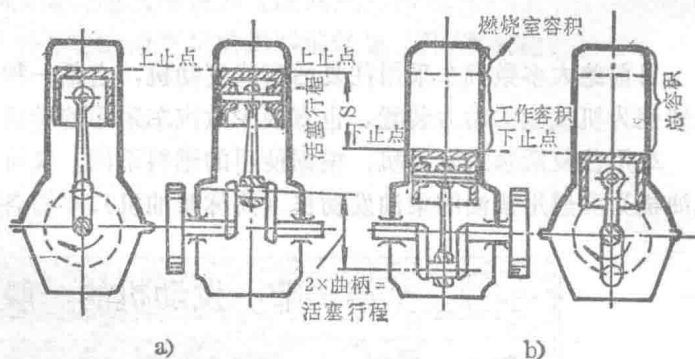


图1-2 曲柄连杆机构的主要位置图

a) 上止点位置；b) 下止点位置

第二节 发动机的工作循环

为了使燃料的化学能通过燃烧最后转变为机械能，发动机必须经过一系列的连续工作过程（进气、压缩、燃烧膨胀、排气），每完成一次这一系列的连续工作过程，称为一个工作循环。对于往复活塞式发动机，活塞往复四个冲程完成一个工作循环的，称为四冲程发动机；活塞往复两个冲程即完成一个工作循环的，称为二冲程发动机。

一、四冲程汽油机的工作循环

四冲程汽油机的工作循环，由进气冲程、压缩冲程、膨胀冲程和排气冲程所组成。图1-3为单缸四冲程汽油机工作循环图。

1. 进气冲程——当曲轴转动，活塞从上止点向下止点运动时（图1-3a），由于活塞的下行，活塞上面的气缸容积逐渐增大，气体压力便逐渐减小，此时排气门关闭，进气门开放，在气缸内外气体压力差的作用下，空气经空气滤清器并与化油器供给的汽油混合成可燃混合气，通过进气门进入气缸。这一过程一直延续到活塞到达下止点进气门关闭时为止。

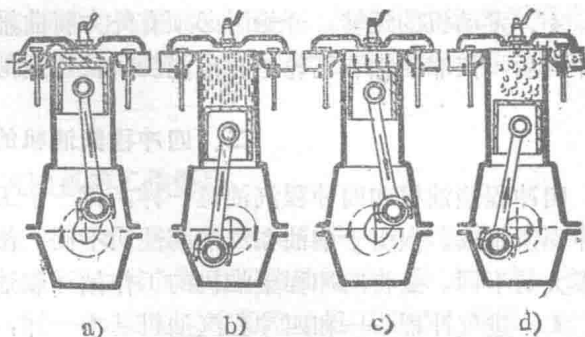


图1-3 单缸四冲程汽油机工作循环

a) 进气冲程；b) 压缩冲程；c) 膨胀冲程；d) 排气冲程

在进气过程中，由于化油器、进气管等的阻力以及气缸壁、活塞等高温机件和上一循环遗留下来的高温废气的影 响，在进气冲程末，气缸内压力低于大气压力，约为 $73.58 \times 10^3 \sim 88.29 \times 10^3$ 帕 ($0.75 \sim 0.9$ 公斤/厘米²)，温度约为 $363 \sim 493$ K ($90 \sim 120^\circ\text{C}$)。

2. 压缩冲程——随着曲轴的继续旋转，活塞从下止点向上止点运动（图1-3b），此时进、排气门均关闭，随着气缸内容积的减小，进入气缸的可燃混合气被压缩，气体的压力和温度同时升高，当活塞到达上止点时压缩冲程结束。此时气体的压力和温度主要随压缩比大小而定，一般压力约为 $784.8 \times 10^3 \sim 1373 \times 10^3$ 帕 ($8 \sim 14$ 公斤/厘米²)，温度约为 $573 \sim 703$ K ($300 \sim 430^\circ\text{C}$)，接近汽油的自燃温度，因而很易被点燃。

3. 膨胀冲程——当压缩冲程末，火花塞产生电火花放电，被压缩的可燃混合气被点燃并迅速燃烧，气缸内温度、压力急剧上升，瞬时温度达 $2273 \sim 2773$ K ($2000 \sim 2500^\circ\text{C}$)，瞬时压力达 $2.94 \times 10^6 \sim 4.41 \times 10^6$ 帕 ($30 \sim 45$ 公斤/厘米²)，在气体压力的作用下，推动活塞向下运动并通过连杆使曲轴旋转作功（图1-3c）。随着活塞的下移，气体的压力和温度就随之下降，当活塞到达下止点，即膨胀冲程终了时，气体压力约为 $294.3 \times 10^3 \sim 392.4 \times 10^3$ 帕 ($3 \sim 4$ 公斤/厘米²)，温度约为 $1173 \sim 1473$ K ($900 \sim 1200^\circ\text{C}$)。由于这一冲程产生了有用功，因此也称为作功冲程或工作冲程。

4. 排气冲程——可燃混合气在气缸里燃烧后所生成的废气，必须从气缸里排出，以便下一个循环再进入新鲜混合气。因此，当活塞到达下止点时，排气门即开启，废气在自身的剩余压力和活塞向上移动的作用下被排出气缸。当活塞到达上止点时，排气门关闭，排气冲程结束（图1-3d）。

由于燃烧室容积的存在，排气冲程终了时，气缸内还存有少量废气，气体压力也因进气管等的阻力而仍高于大气压力。这时的气体压力约为 $103 \times 10^3 \sim 122.6 \times 10^3$ 帕 ($1.05 \sim 1.25$ 公斤/厘米²)，温度约为 $773 \sim 1073$ K ($500 \sim 800^\circ\text{C}$)。

在排气冲程终了，活塞到达上止点后，排气门关闭，进气门又开启，第二个循环开始，各冲程又依次重复。

从上述四冲程汽油机的工作循环中，我们可以知道：

1. 在整个工作循环中，曲轴共旋转两周（ 720° ），每一个冲程即活塞在两止点间移动一次曲轴旋转半周（ 180° ），而进、排气门各开启一次。
2. 所有四个冲程中，只有第三个冲程是作功冲程，其余都是消费功的辅助冲程。
3. 可燃混合气是利用电火花点燃的。
4. 发动机的运转，开始时必须有外力将曲轴转动，使气缸进行吸气及压缩冲程，当作功冲程后，依靠曲轴和飞轮储存的能量，使以后的冲程得以继续进行。

二、四冲程柴油机的工作循环

四冲程柴油机和四冲程汽油机一样，每一个工作循环也由进气、压缩、膨胀和排气等四个冲程所组成。但由于柴油和汽油的性质不同，使可燃混合气的形成、点燃方式等与汽油机有很大的不同。兹将四冲程柴油机的工作循环叙述如下：

1. 进气冲程——和四冲程汽油机基本一样，由于曲轴的旋转，活塞由上止点向下止点运动（图1-4a），此时进气门开，气缸进气。和汽油机不同的是所进的仅为空气，而不是空气和汽油混合的可燃混合气。

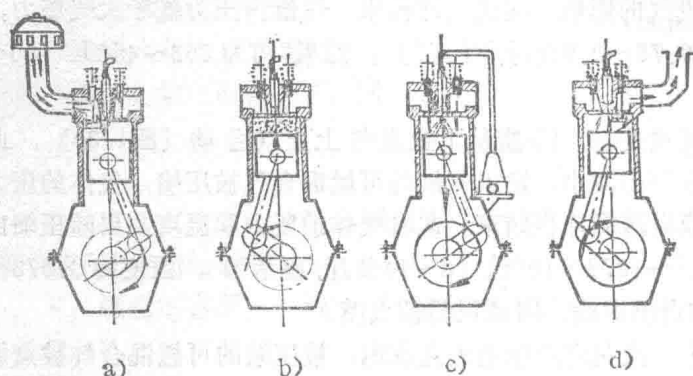


图1-4 单缸四冲程柴油机工作循环

a) 进气冲程；b) 压缩冲程；c) 膨胀冲程；d) 排气冲程

由于进气阻力比汽油机小，上一冲程残留的废气温度比较低等原因，进气冲程终了的压力和温度与汽油机稍有不同，压力约为 $74.48 \times 10^3 \sim 91.23 \times 10^3$ 帕（ $0.8 \sim 0.93$ 公斤/厘米²），温度约为 $323 \sim 343\text{K}$ （ $50 \sim 70^\circ\text{C}$ ）。

2. 压缩冲程——和汽油机一样，压缩冲程自活塞在下止点开始，至上止点结束（图1-4b）。被压缩的空气，压力和温度同时升高，

由于柴油机的压缩比大，当压缩冲程末，气体的压力约为 $2.94 \times 10^6 \sim 4.9 \times 10^6$ 帕（ $30 \sim 50$ 公斤/厘米²），温度约为 $773 \sim 973\text{K}$ （ $500 \sim 700^\circ\text{C}$ ）。

3. 膨胀冲程——当压缩冲程终了，喷油泵供应的高压柴油经喷油器喷入气缸（图1-4c），喷成雾状的细小油粒，从高温的空气中吸收热量，汽化并与空气混合，由于此时混合气温度高于柴油自燃温度，因此柴油便自行着火燃烧，气缸内温度、压力便迅速升高，瞬时压力约为 $5.89 \times 10^6 \sim 8.83 \times 10^6$ 帕（ $60 \sim 90$ 公斤/厘米²），瞬时温度约为 $1773 \sim 2273\text{K}$ （ $1500 \sim 2000^\circ\text{C}$ ）。在高压气体的作用下，推动活塞向下运动作功。当活塞到达下止点膨胀冲程终了时，压力下降至约 $294.3 \times 10^3 \sim 392.4 \times 10^3$ 帕（ $3 \sim 4$ 公斤/厘米²），温度约为 $1073 \sim 1173\text{K}$ （ $800 \sim 900^\circ\text{C}$ ）。

4. 排气冲程——和汽油机一样，由于曲轴的继续旋转，使活塞由下止点向上止点运动（图1-4d），此时排气门开，由于废气自身的残余压力和活塞的驱动，将废气排出气缸。当排气冲程终了时，气体压力约为 $103 \times 10^3 \sim 122.6 \times 10^3$ 帕（ $1.05 \sim 1.25$ 公斤/厘米²），温度

约为573~773K (300~500℃)。

通过以上四冲程汽油机和四冲程柴油机工作循环的叙述，我们可以看到：

1. 由于两种发动机整个循环的基本内容相似，完成四个冲程主要机件的运动也基本相同，因此决定了它们的结构基本相同。只是因为可燃混合气的形成和点燃方法不同，在汽油机装有化油器和火花塞等点火装置，而柴油机则装用了喷油泵和喷油器。

2. 由于柴油机可燃混合气的点燃依靠压缩后的高温，因此需要比汽油机为高的压缩比。

3. 由于柴油机膨胀冲程开始时压力比汽油机大得多，因此工作比较粗暴，各种机件也必须相应加大。

三、二冲程汽油机的工作循环

二冲程发动机的工作循环，不论汽油机或柴油机，与四冲程发动机一样也包括进气、压缩、膨胀及排气四个过程，但工作循环的进行，是在两个冲程即曲轴旋转一周（360°）内完成的，因此它的结构与四冲程发动机有所不同。图1-5为二冲程汽油机工作循环简图。在气

缸体上有进气孔1、排气孔2和换气孔3，这三个孔在一定时刻被活塞关闭或开放。进气孔与化油器相通，可燃混合气由此孔进入曲轴箱。排气孔与排气管相通，废气由此孔排出。换气孔3使气缸与曲轴箱相通，曲轴箱则是密封的。现将它的工作过程叙述如下：

1. 第一冲程——在曲轴旋转的带动下，活塞由下止点向上止点运动，当活塞将气缸上三个孔全部关闭时，气缸内可燃混合气被压缩（图1-5a）。与此同时，由于活塞上行，曲轴箱内形成一定的真空度，当活塞运动到进气孔被打开时，在气缸内外压力差的作用下，由化油器供应的可燃混合气进入曲轴箱，如图1-5b所示。

2. 第二冲程——当活塞接近上止点时，火花塞电火花放电点燃被压缩的可燃混合气，燃烧形成的高温高压气体膨胀，推动活塞向下

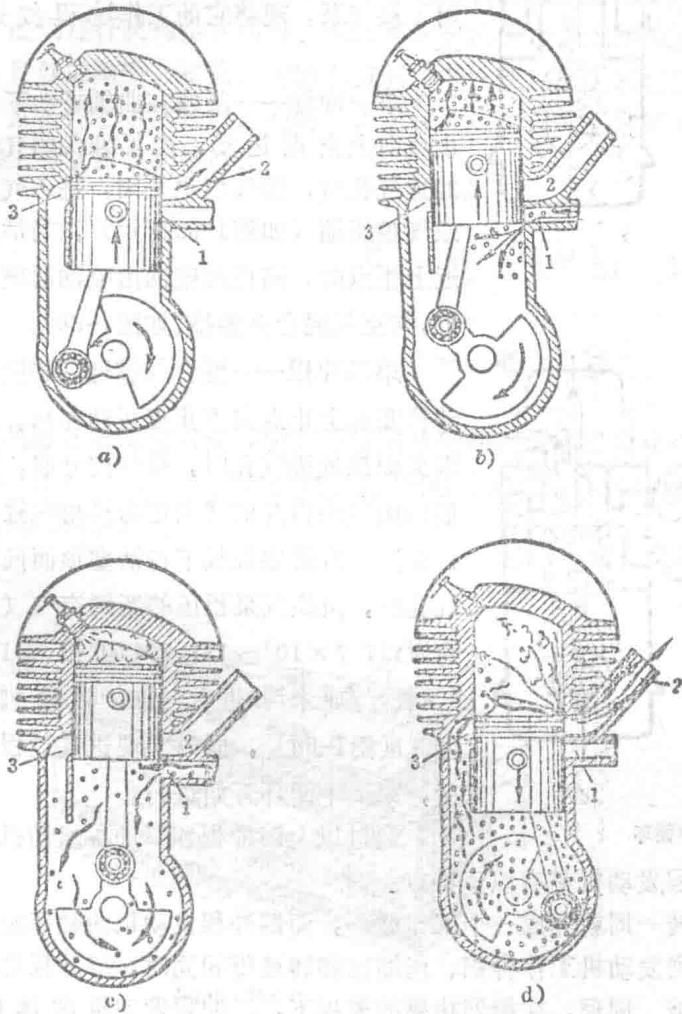


图1-5 二冲程汽油机工作循环
1-进气孔；2-排气孔；3-换气孔

止点运动做功（图1-5c）。当活塞向下运动一定距离后，进气孔被关闭，进入曲轴箱的可燃混合气被预压，其压力约为 49×10^3 帕（0.5公斤/厘米²）。当活塞继续下行到排气孔被打开，部分燃烧后的废气经排气孔、排气管排入大气，随后换气孔又被打开，曲轴箱内预压的可燃混合气便经换气孔进入气缸，并驱除气缸内剩余的废气，如图1-5d所示。为了使废气排除比较彻底和减少新鲜混合气随废气排出，活塞做成特殊的形状。

活塞到达下止点后，重新向上移动，第二个工作循环又开始进行。

四、二冲程柴油机的工作循环

图1-6为带有换气泵的二冲程柴油机工作循环示意图。

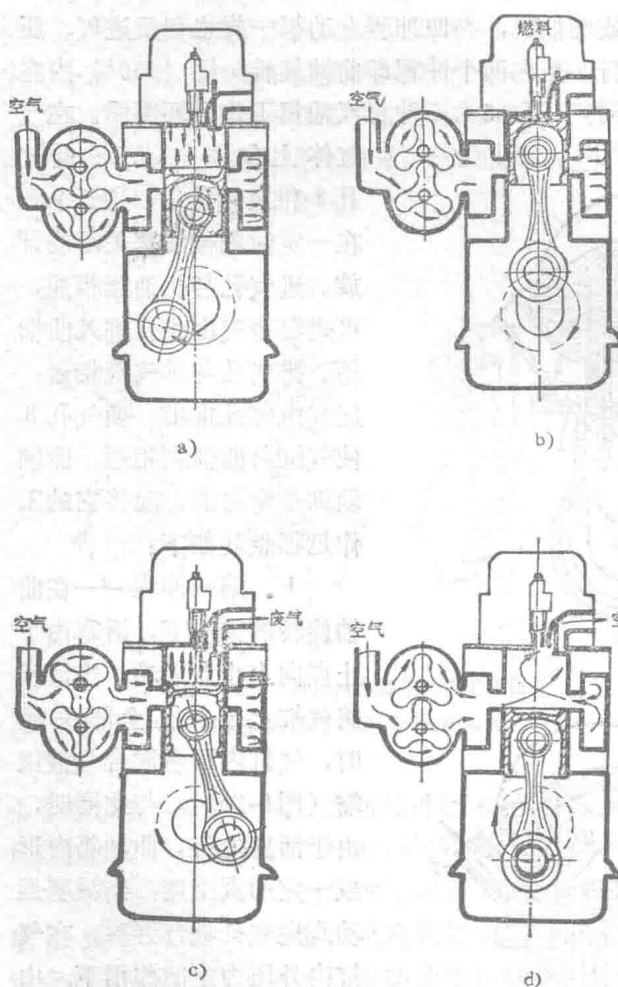


图1-6 二冲程柴油机的工作循环

这种柴油机设有排气门，而没有进气门，新鲜空气是经气缸体上的进气孔进入气缸的。进气孔的开闭由往复运动的活塞来控制。为了提高进气和排气的效果，采用了换气泵。现将它的工作过程叙述如下：

第一冲程——活塞在曲轴带动下由下止点向上止点运动，当活塞关闭气缸上的进气孔时，排气门也关闭，进入气缸的空气被压缩（如图1-6a所示），当活塞接近上止点时，高压的柴油由喷油器喷入气缸，与空气混合并燃烧（如图1-6b）。

第二冲程——混合气燃烧后膨胀，推动活塞从上止点向下止点运动做功。当活塞顶面接近进气孔时，排气门开启，燃烧后的废气因自身的残余压力排出气缸（图1-6c）。当活塞继续下行活塞顶面低于进气孔时，由换气泵预压的新鲜空气（压力约为 $117.7 \times 10^3 \sim 137.3 \times 10^3$ 帕，即1.2~1.4公斤/厘米²）进入气缸，驱除剩余的废气（图1-6d），同时实现进气过程。随后，第二个循环开始进行。

通过以上四冲程和二冲程发动机工作

循环的叙述，我们可以看出二冲程发动机具有以下特点：

1. 二冲程发动机曲轴每旋转一周就完成一个工作循环，而四冲程发动机曲轴每旋转两周才能完成一个工作循环。因此当发动机工作容积、压缩比和转速等相同时，二冲程发动机的功率应该是四冲程发动机的二倍。同理，在相同功率的前提下，二冲程发动机的体积较小、重量较轻。

2. 当转速相同时，二冲程发动机做功次数较多，因此运转比较平稳，这对单缸发动机

来说更为明显。

3. 由于没有专门的配气机构，因此结构比较简单，保养修理也比较方便。

但另一方面，二冲程发动机由于不易将气缸内废气排除干净，二冲程汽油机还有可燃混合气随废气被排出的问题，因此，实际上二冲程发动机的功率只是四冲程发动机的1.5~1.6倍。同时，也是最主要的，它的燃料经济性不如四冲程发动机。

由于二冲程汽油发动机经济性较差，故未能被汽车所采用，但由于它有重量轻、结构简单和制造费用少等特点，广泛被摩托车所采用。此外，由于二冲程柴油机换气是纯空气，没有燃料的损失，经济性比较高，因而为某些汽车所采用。

第二章 曲柄连杆机构

曲柄连杆机构是往复活塞式内燃机将燃料的化学能，通过燃烧放热转变为机械能的主要机构。它是由包括气缸、气缸盖和上、下曲轴箱所组成的机体；包括活塞、活塞环、活塞销和连杆等所组成的活塞连杆组；以及由曲轴和飞轮所组成的曲轴飞轮组三部分所组成。

曲柄连杆机构是在高温、高压和高速的条件下工作的，故其机件应具有足够的强度和刚度，良好的耐磨、耐热、耐蚀和抗氧化等性能。为了减轻发动机重量和减少运动件的惯性力，其结构应紧凑合理。同时，为了保证运动件的正常运动，降低功率消耗，还应具有一定的加工精度和装配精度。

第一节 气 缸 体

一、概 述

气缸体是发动机安装所有零件的基础件。水冷式发动机的气缸体通常和上曲轴箱铸造在一起（图2-1）。风冷式发动机为了制造方便通常将气缸体和曲轴箱分开铸造，用螺栓或螺钉连接（图2-2）。

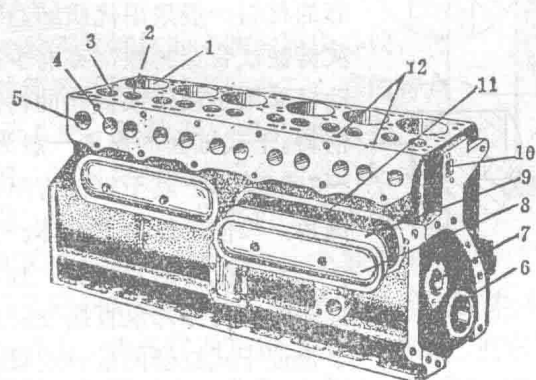


图2-1 气缸体

1-气缸；2-进气门座；3-排气门座；4-进气道；5-排气道；6-主轴承座孔；7-凸轮轴轴承座孔；8-气门室盖；9-气门室盖衬垫；10-气缸体进水孔；11-气门室；12-水孔

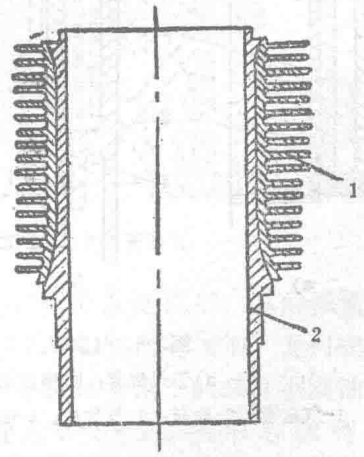


图2-2 风冷式发动机气缸体

1-散热片；2-气缸套