

536452

小型柴油机手 读本

——195型柴油机构造、使用与维修

刘泽林 高海 编著

北京出版社

CHAI YOU JI

CHAI YOU JI

小型柴油机手读本

——195型柴油机构造、使用与维修

北 京 出 版 社

前 言

随着农村经济的迅速发展，小型柴油机作为动力设备，广泛用于小型拖拉机，农田排灌机械、农副产品加工机械，渔船和运输船以及小型发电机组等。为了帮助广大机手了解小型柴油机的构造和工作原理，掌握使用与保养的基本知识，提高维护和排除故障的技术水平，我们以195型柴油机作为典型，编写了《小型柴油机手读本》这本书。

本书以X105、S195型柴油机为主，比较系统地介绍国产195型柴油机的构造、工作原理等基础知识和使用维护、故障分析、故障排除等实用技术，以及柴油机手常用的维修工具和检测工具，最后，对用油知识也作了必要的简单介绍。本书可供高小以上文化程度的柴油机手阅读，并可作为柴油机手的工具书和培训教材。

本书承蒙北京农业大学内燃机教研室赖彭年副教授审阅，在此表示感谢。

由于我们水平有限，错误之处在所难免，敬请广大读者批评、指正。

编 者

一九八八年八月

目 录

第一章 柴油机的基础知识.....	(1)
第一节 概述.....	(1)
第二节 单缸四冲程柴油机的工作原理.....	(7)
第二章 机体部件.....	(14)
第一节 气缸盖.....	(14)
第二节 机体 (气缸体——曲轴箱)	(18)
第三节 气缸套.....	(22)
第四节 齿轮室.....	(25)
第五节 机体部件的使用与检修.....	(27)
第三章 曲柄连杆机构.....	(34)
第一节 活塞连杆组.....	(34)
第二节 曲轴飞轮组.....	(51)
第三节 平衡装置.....	(56)
第四节 曲柄连杆机构的检修.....	(60)
第四章 配气机构及进排气系统.....	(70)
第一节 配气机构的功用和工作过程.....	(70)
第二节 配气机构的组成.....	(72)
第三节 配气相位.....	(78)
第四节 减压机构.....	(81)
第五节 空气滤清器.....	(83)
第六节 进排气管和消音器.....	(87)
第七节 配气机构和进排气系统的使用与检修.....	(89)
第五章 燃油供给系统.....	(97)

第一节	燃油供给系统的功用和组成	(17)
第二节	柴油箱和滤清器	(18)
第三节	喷油泵	(192)
第四节	喷油器	(211)
第五节	燃烧室	(116)
第六节	燃油供给系统的使用与检修	(119)
第六章	调速器	(132)
第一节	调速器的功用和类型	(132)
第二节	机械离心式调速器的工作原理	(134)
第三节	S195型柴油机的调速器	(137)
第四节	X195型柴油机的调速器	(140)
第五节	调速器的使用与检修	(145)
第七章	润滑系统	(145)
第一节	润滑系统的功用和润滑方式	(145)
第二节	润滑系统的组成及工作过程	(147)
第三节	润滑系统主要部件的构造和工作原理	(151)
第四节	润滑系统的使用与维护	(157)
第八章	冷却系统和起动装置	(160)
第一节	冷却系统的功用及分类	(160)
第二节	冷却系统的组成及工作过程	(161)
第三节	冷却系统的使用与维护	(162)
第四节	起动装置的功用和要求	(165)
第五节	起动方式与起动装置的结构	(166)
第九章	柴油机的使用与维护	(167)
第一节	柴油机的验收	(167)
第二节	柴油机的操作	(168)
第三节	柴油机的试运转	(172)

第四节	柴油机的安装	(175)
第五节	柴油机的技术保养	(177)
第六节	柴油机的拆装和间隙配合	(183)
第七节	柴油机工作日记	(191)
第十章	柴油机的传动与配套	(193)
第一节	柴油机的传动	(193)
第二节	柴油机的合理配套	(195)
第三节	皮带的使用方法	(201)
第十一章	柴油机常见故障的检查与排除方法	(204)
第一节	柴油机的故障	(204)
第二节	柴油机的故障分析方法	(211)
第三节	零件的一般修理方法	(213)
第四节	柴油机常见故障的分析和排除	(216)
第十二章	常用工具和量具的使用	(241)
第一节	常用工具的使用	(241)
第二节	常用量具的使用	(252)
第十三章	柴油机使用的油料	(257)
第一节	油料的选用	(257)
第二节	油料的净化	(259)
第三节	油料的贮存	(261)
第四节	油料安全知识	(262)

第一章 柴油机的基础知识

第一节 概 述

柴油机以柴油作燃料，把柴油在气缸内燃烧所放出的热能转变为机械功。通常，把热能转变为机械功的发动机叫作热力发动机，简称热机。其中，燃料在气缸外部燃烧的热机叫外燃机，燃料在气缸内部燃烧的叫内燃机。柴油机的燃料是在气缸内部燃烧的，所以，它是一种内燃机。

一、内燃机的分类

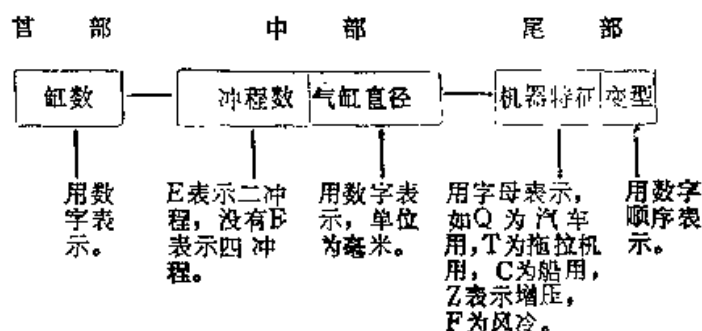
内燃机的种类很多，常用的分类方法有：按气缸数目，可分为单缸和多缸内燃机；按气缸布置方式，可分为垂直布置的立式内燃机和水平布置的卧式内燃机；按完成一个工作循环所完成的冲程数，可分为二冲程和四冲程内燃机；按曲轴的转速可分为低速、中速和高速内燃机；按冷却方式，可分为水冷式和风冷式内燃机；按着火方式，可分为点燃式和压燃式内燃机；按所用的燃料，可分为汽油机、柴油机和煤气机等。

由于柴油机有较高的热效率，耗油量少，而且柴油的价格也比较便宜，所以，为拖拉机、小型发电和排灌等农用机械所广泛采用。

二、内燃机的型号编制

国家对内燃机的名称和型号规定了统一的编制方法。内燃

机的名称按照所采用的燃料以汉字表示，如汽油机、柴油机、煤气机等。型号用代表符号表示，其排列顺序及符号所代表的意义如下：



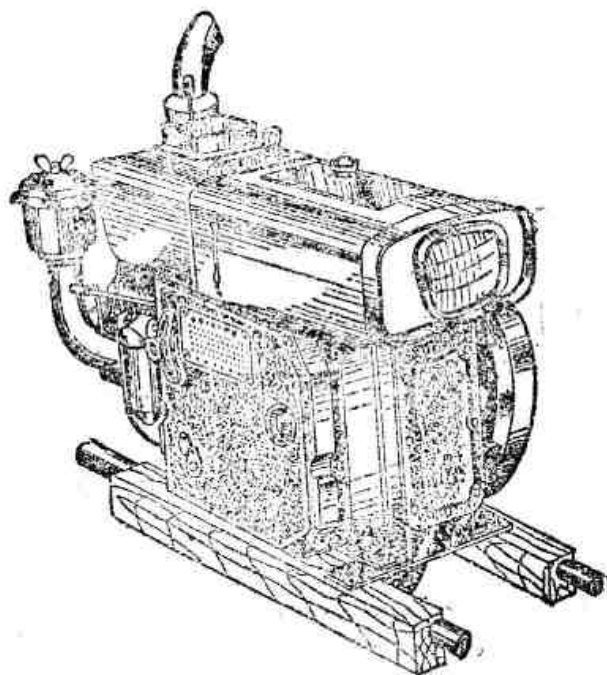
例如：165F表示单缸、四冲程、缸径65毫米、风冷式；4115T表示四缸、四冲程、缸径115毫米、水冷、拖拉机用；1E40F表示单缸、二冲程、缸径40毫米、风冷式；4100Q—4表示四缸、四冲程、缸径100毫米、水冷、汽车用、第四种变型。

当前农村大量使用的卧式S195和X195型柴油机均为单缸、四冲程、缸径95毫米、水冷式发动机，如图1-1所示。其型号数字前面的“S”是汉字“双”的拼音字头，表示以双轴平衡机构为结构特点；而数字前面的“X”则是汉字“新”的拼音字头，表示以单轴平衡为结构特点的新型柴油机。

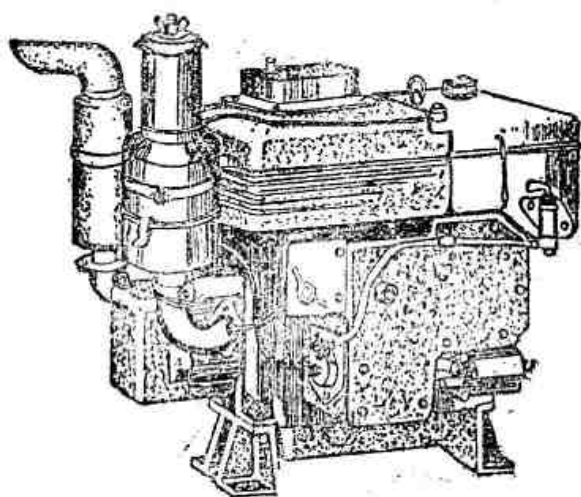
三、组成柴油机的机构和系统

柴油机由曲柄连杆机构、配气机构和燃油供给系统三大基本部分以及冷却系统、润滑系统、起动装置和调速系统等必要的辅助设备组成。各机构和系统的零部件安装在包括气缸体、气缸盖、曲轴箱等的机体部件上，把柴油机构成一个整体。

在基本机构和系统中，曲柄连杆机构是柴油机的主要运动件，其作用是实现活塞的往复直线运动和曲轴的旋转运动；配



(a) S195型柴油机



(b) X195型柴油机

图1-1 195型柴油机

气机构和进排气系统的任务，是及时打开和关闭进气门和排气门，把废气排出气缸，并吸入新鲜空气；燃油供给系统的任务，是把柴油定时、定量、定压地喷入燃烧室；调速系统的任务，是根据柴油机负荷变化的情况，自动调节每一循环的供油量，以保证柴油机在预期的转速范围内稳定工作。由于调速系统和燃油供给系统关系密切，所以，有时也把二者合并称为燃油供给与调节系统。在其它辅助系统中，润滑系统的任务，是向运动零件的摩擦表面供给润滑油，起减摩、冷却、净化、密封、防锈等作用；冷却系统和起动装置的任务，分别是保证柴油机在正常温度下工作，以及使柴油机由静止状态转入运转状态。

四、评价柴油机性能的主要指标

评价柴油机性能的指标很多，但最基本的是动力性能、经济性能、可靠性能和耐久性能。动力性能包括有效功率、有效扭矩和转速等；经济性能则包含小时耗油量和有效燃料消耗率。其中最重要的是有效功率、有效扭矩和有效燃料消耗率三项指标。

有效功率 柴油机扣除本身一切损耗后所输出的净功率叫做有效功率，通常用 N_e 表示。根据我国规定的法定计量单位制，功率的单位为瓦（工程制以马力作为功率的单位， $1\text{千瓦}=1.36\text{马力}$ ）。

国家标准规定，柴油机功率标定按用途和使用特点分为15分钟功率、1小时功率、12小时功率和持续功率四种。15分钟功率为柴油机允许连续运转15分钟的最大有效功率，适用于需要具有短时间良好超负荷和加速性能的汽车或其它运输车辆用柴油机；1小时功率为柴油机允许连续运转1小时的最大有效功

率，适用于需要有一定功率储备以克服突增负荷的拖拉机、汽车、机车、船舶等柴油机；12小时功率为柴油机允许连续运转12小时的最大有效功率，适用于需要在12小时内连续运转而又需要充分发挥功率的拖拉机、农业排灌机械、工程机械等柴油机；持续功率为柴油机允许长期连续运转的最大有效功率，适用于需要长期持续运转的农业排灌机械、船舶、电站等柴油机。在一般情况下，如以12小时功率作为100%，持续功率则比12小时功率小10%左右，而1小时功率则比12小时功率大10%左右。

国家标准还规定，在给定标定功率的同时，必须给出其相应的转速。根据使用特点，在柴油机铭牌上通常标明上述四种功率中的1~2种及其相应的转速。如195型柴油机说明书上一般都标有2~3种标定功率：

标定转速	2000转/分
1小时功率	9.7千瓦（13.2马力）
12小时功率	8.8千瓦（12马力）
持续功率	7.9千瓦（10.8马力）

标出各种功率指标是为了更好地表明柴油机的性能，以便根据配套工作机械的特点和要求予以选用。例如，以195型柴油机作为拖拉机的动力时，可按12小时功率8.8千瓦作为标定功率；若与水泵配套使用，需要持续运转，则应以持续功率7.9千瓦作为标定功率。

有效扭矩 柴油机飞轮的输出扭矩叫做有效扭矩，通常以 M_e 表示，法定单位为牛顿米（工程单位为千克力米，1牛顿米=0.102千克力米）。它是指气缸内气体膨胀所产生的力，除去克服各部分摩擦阻力和驱动各辅助装置之外，传到飞轮上可供从动机械使用的扭矩。

柴油机的最大扭矩，可用来衡量克服偶然出现的外界阻力

增加的能力。如果最大扭矩不足，当外界阻力偶然增大时，柴油机就易于被憋熄火。应该说明的是，柴油机的最大扭矩往往不是出现在标定转速时，而是发生在较低转速。因为这时的进气量和循环供油量都较大，活塞顶上受到的平均压力大。在柴油机说明书中，通常标出最大扭矩及其相应转速。如S195型柴油机的最大扭矩 $M_{\max} \geq 48$ 牛顿米（4.9千克力米），相应转速为1600~1800转/分。

转速 柴油机曲轴每分钟旋转的圈数称为转速，通常用 n 表示。转速和有效功率密切相关。柴油机的功率和扭矩、转速有如下关系：

$$N_e = \frac{M_e \times n}{9550} \text{ 千瓦}$$

由上式可以看出，在扭矩相同的情况下，转速越高，功率越大。

有效燃料消耗率 柴油机每发出1千瓦有效功率，在1小时内所消耗的燃料量叫做有效燃料消耗率，简称比油耗，通常用 g_e 表示，单位为克/千瓦小时。即

$$g_e = \frac{G_T}{N_e} \times 1000 \text{ 克/千瓦小时}$$

显然，比油耗越低，表明柴油机在发出相同有效功率的情况下所消耗的燃料越少。

经济性指标中的小时耗油量是指柴油机在1小时内所消耗的燃料重量，通常以 G_T 表示，单位为千克/小时。由于这一指标只表示单位时间的燃料消耗，而不说明作了多少功，所以不能用于评定或比较不同柴油机的燃料经济性。

柴油机的可靠性指标，一般以无故障小时数表示。即指新柴油机在使用期内持续运转的能力。

耐久性指标，一般以工作寿命的小时数表示。即指柴油机自开始使用到报废为止的运转小时数。

第二节 单缸四冲程柴油机的工作原理

一、基本构造

柴油机亦称压燃式内燃机，其基本构造包括气缸、活塞、连杆、曲轴、飞轮、气缸盖、气门、喷油器等零部件，如图1-2所示。

气缸9呈圆筒形，活塞3可在其中作往复直线运动。活塞通过活塞销8与连杆4的小头相连，连杆的大头则和曲轴7铰接。曲轴支承在轴承上，其一端固定有飞轮5。活塞、连杆和曲轴构成柴油机最主要的机构——曲柄连杆机构。

当转动曲轴使其作旋转运动时，通过连杆和活塞销，必然会使活塞在气缸内作往复直线运动（在立式柴油机中，活塞作上下往复直线运动，在卧式柴油机中，活塞则作水平往复直线运动）。同理，如果活塞受到外力推动，通过连杆也必然会带动曲轴作旋转运动。活塞往复运动一次，即走两个单程，曲轴就旋转一圈。

气缸上面用气缸盖2封闭，气缸盖与活塞顶之间的空间是燃烧室。气缸盖上装有进气门1和排气门10，由配气机构保证它

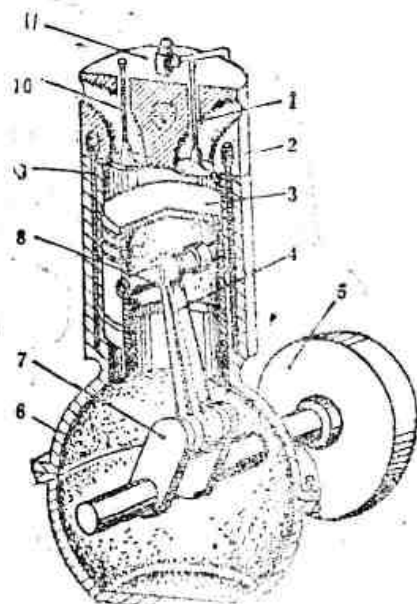


图1-2 柴油机的基本构造

1. 进气门 2. 气缸盖 3. 活塞
4. 连杆 5. 飞轮 6. 曲轴箱 7. 曲轴
8. 活塞销 9. 气缸 10. 排气门
11. 喷油器

们按时开闭，以吸进新气、排出废气。气缸盖上还装有喷油器11，由燃油供给系统保证它按时向燃烧室内喷射柴油，以便燃烧，产生热能。

二、常用的有关定义和概念

曲轴每旋转一圈，活塞在气缸内从一个极端位置运动到另一个极端位置，然后再返回原处。同时，气缸容积也相应地由最小变化到最大，然后再变化到最小(或先大、后小、再大)。曲轴连续不断地旋转，这种现象周而复始地重复进行，而且每次运动时，其间的几何位置关系固定不变。

为了便于解理，这里把图1-2所示的柴油机的基本结构中的有关零件，简化为如图1-3所示的线条形式的示意图，并对常用的有关几何位置的定义和概念简单介绍如下：

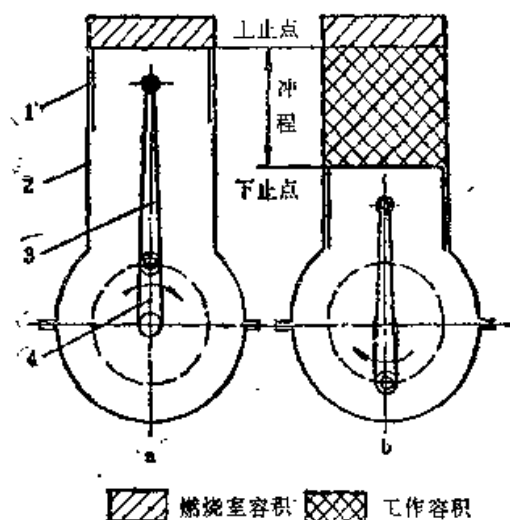


图1-3 曲柄连杆机构运动示意图

1. 活塞 2. 气缸体 3. 连杆 4. 曲轴

止点 活塞在气缸内作往复直线运动时，活塞所到达的两个极端位置，叫做止点。活塞运动到距曲轴中心最远处时，活

塞顶所到达的位置叫做上止点；活塞运动到距曲轴中心最近时，活塞顶所到达的位置叫做下止点。在立式柴油机中，上、下止点分别是活塞顶所达到的最高点和最低点位置；在卧式柴油机中，上、下止点则分别是活塞顶所达到的最前端和最后端位置。活塞在上、下止点时，速度为零，并开始改变运动方向。

冲程 上、下止点间的距离叫做冲程，通常用 S 表示。活塞冲程等于曲柄半径 R （即连杆轴颈中心到主轴颈中心的距离）的两倍，即

$$S = 2R$$

活塞完成一个冲程，曲轴旋转半圈，相当于转 180° 角。

工作容积 活塞从上止点移动到下止点所经过的气缸空间叫做工作容积，通常用 V_h 表示。工作容积等于气缸圆面积乘以冲程。若以 D 表示气缸直径，则

$$V_h = \frac{\pi}{4} D^2 \times S$$

例如，195型柴油机的气缸直径 $D = 95$ 毫米，冲程 $S = 115$ 毫米，则工作容积是：

$$V_h = \frac{\pi}{4} \times 0.095^2 \times 1.15 = 0.815 \text{升}$$

通常又把工作容积叫做排量。对多缸柴油机来说，排量则是所有气缸工作容积的总和。柴油机的排量越大，所产生的功率也越大。

燃烧室容积 活塞位于上止点时，活塞顶与气缸盖之间所包含的空间（包括气缸盖和活塞顶凹进部分的容积），叫做燃烧室容积，通常用 V_c 表示。

气缸总容积 活塞位于下止点时，活塞顶与气缸盖之间的全部空间叫做气缸总容积，通常用 V_a 表示。它是工作容积与燃烧室容积之和，即

$$V_a = V_h + V_c$$

压缩比 气缸总容积和燃烧室容积的比值叫做压缩比，通常用 ε 表示，即

$$\varepsilon = \frac{V_a}{V_c}$$

压缩比表示气缸内气体在压缩或膨胀时，体积变化的倍数。它是柴油机的重要性能参数之一。在一般情况下，压缩比增高，膨胀时做功较多，柴油机的效率也高。但如果压缩比过大，工作时爆发压力就越高，柴油机所承受的机械负荷就会因此而增加，从而使摩擦损失增大，得不偿失。目前柴油机的压缩比一般在16—22之间。

三、工作过程

四冲程柴油机完成一个工作循环要经历进气——压缩——膨胀做功——排气四个冲程，如图1-4所示。

第一个是进气冲程，此时曲轴旋转第一个半圈，活塞由上止点向下止点运动。由于活塞下（后）行，气缸内部容积增加，使缸内压力低于外界大气压力，因而产生真空吸力。这时，进气门已被打开，外界空气由进气道经进气门被吸入气缸内。进气終了，进气门关闭，此时气缸内充满空气，压力约为78~88千帕（0.8~0.9千克力/厘米²），温度约为50~70℃。

第二个是压缩冲程。此时曲轴旋转第二个半圈，活塞由下止点向上止点运动。由于活塞上（前）行，气缸容积逐渐减小，进、排气门又全都关闭，因而使吸入缸内的空气被压缩，压力和温度都随之升高。为了使柴油在气缸内能够自燃着火，柴油机的压缩比较高，以保证压缩終了时有较高的压力和温度。一般压缩終了时的压力可达2940~4900千帕（30~50千克力/厘米²），温度可达500~700℃。

第三个是做功冲程。此时曲轴开始旋转第二圈的前半圈，

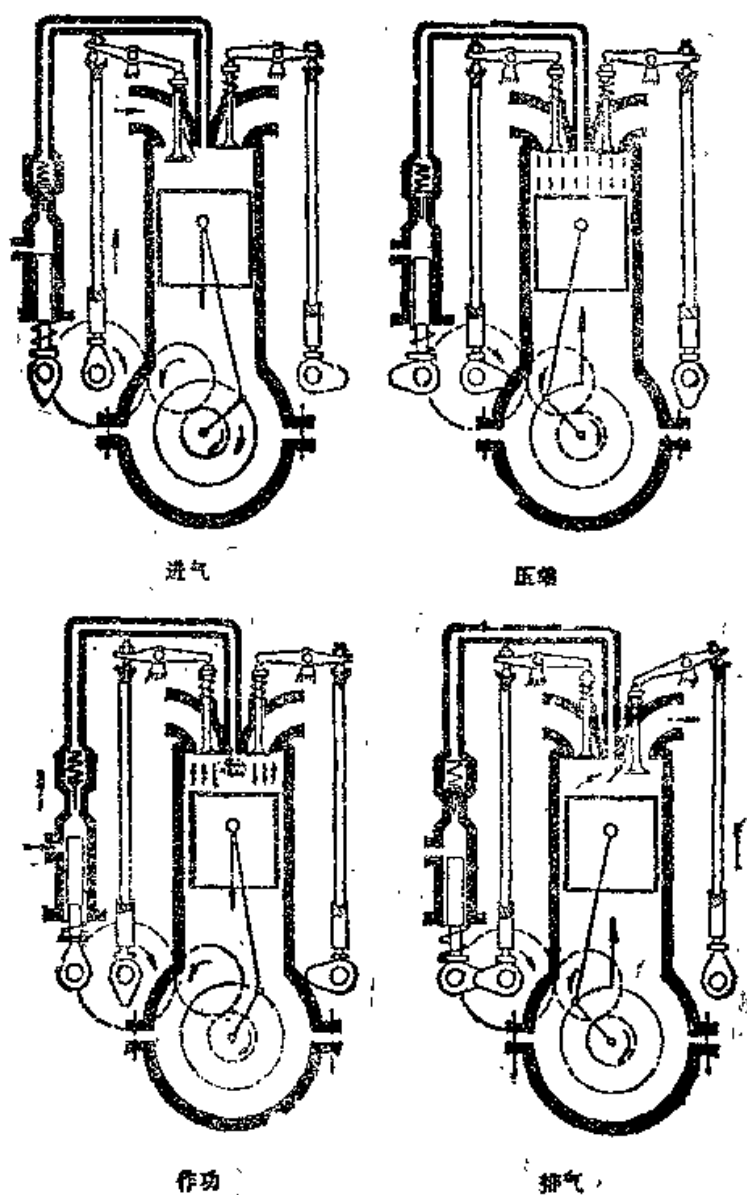


图1-4 单缸四冲程柴油机的工作过程

活塞重新由上止点向下止点运动。在这一冲程里，要完成燃烧和膨胀作功。为了充分利用燃料燃烧所产生的热能，达到少耗