

农用柴油机

山西人民出版社

NONGYONGCHAIYOUN

农 用 柴 油 机

王 森 旺

山 西 人 民 出 版 社

农 用 柴 油 机

二 三 五 旺

山西人民出版社出版 (太原井州路七号)

山西省新华书店发行 山西新华印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/32 印张: 5 插页 5 字数: 112千字

1979年8月第1版 1979年8月太原第1次印刷

印数: 1—2,000册

书号: 15088·101 定价: 0.48元

目 录

第一章 柴油机的工作原理.....	(1)
第一节 概 说.....	(1)
第二节 柴油机的工作原理.....	(2)
第三节 柴油机的主要工作指标.....	(6)
第二章 柴油机的构造.....	(9)
第一节 曲柄连杆机构.....	(10)
第二节 配气机构.....	(27)
第三节 供给系统.....	(35)
第四节 润滑系统.....	(62)
第五节 冷却系统.....	(72)
第三章 柴油机的使用.....	(76)
第一节 柴油机的安装.....	(76)
第二节 皮带传动.....	(78)
第三节 柴油机的磨合.....	(88)
第四节 柴油机的运行.....	(99)
第五节 油料的使用.....	(99)
第四章 柴油机的保养.....	(104)
第一节 专用工具和量具.....	(104)
第二节 拆卸与安装.....	(109)
第三节 技术保养.....	(111)

第四节	保养方法·····	(114)
第五章	柴油机的故障分析及简单修理·····	(130)
第一节	故障及其产生·····	(130)
第二节	分析故障的原则和方法·····	(134)
第三节	综合分析·····	(138)
第四节	简单修理·····	(144)

I

第一章 柴油机的工作原理

第一节 概说

把热能转变为机械能的机器叫热机。燃料在机体内燃烧的热机叫内燃机。柴油机是以柴油作燃料的内燃机。

柴油机是一种动力机械，是无电源地区最好的动力机器之一，是实现农业机械化不可缺少的机器。柴油机由于具有结构紧凑，坚固耐用，投资小，效率高，搬运、安装、使用和维修方便等特点，不仅可以作为拖拉机、载重汽车的发动机，还广泛用来带动水泵抽水（抗旱、排涝），带动小型发电机组发电，带动脱粒机、碾米机、磨粉机、饲料粉碎机、榨油机等进行农副产品加工，受到广大农民的欢迎。

柴油机种类很多，按它的不同特征，有不同的分类方法。按气缸排列的形式不同，可分为立式柴油机、卧式柴油机、V型及星型柴油机等。按气缸数的多少，可分为单缸柴油机和多缸柴油机。按冷却方式不同，可分为水冷柴油机和风冷柴油机。按转速的高低，可分为高速柴油机、中速柴油机和低速柴油机。

国产柴油机的型号，规定用一定的字母和数字表示。其中首部和中部是用数字表示的，第一位数字（有时是第一、二位数字）表示气缸数，第二、三、四位数字表示气缸直径的毫米数。尾部为特征符号，如风冷用“F”表示，卧式用“W”

表示，不注符号的是立式水冷的。如果是供特殊用途的，另加用途符号，如供拖拉机用的，用“T”表示；供船用的用“C”表示；供铁路机车用的，用“J”表示等。如果是原型的变形产品，则加A、B……或I、II……或在前面加新字等。例如：4115T型柴油机，是用在铁牛55拖拉机上的四缸，缸径为115毫米的水冷，立式柴油机。新195W型柴油机，是较原机型有重大改进的单缸，缸径为95毫米的水冷，卧式柴油机。

柴油机的功率范围很广，最小的柴油机功率仅1.5马力，单机最大功率可达几万马力，能适应不同用途的需要。农业上用的多为小型柴油机。

为了减少机型，统一规格，使柴油机主要零部件尽可能地标准化、通用化，国家根据各种用途的需要，在设计和制造上实行了产品的系列化（同一气缸直径和不同缸数的一系列柴油机，称为一个系列）。如我国自行设计制造的90系列柴油机有190、290、390、490和690等。

系列化是我国柴油机生产中的一项重要措施。由于主要零部件逐步实现标准化和通用化，这样，既有利于设计和制造，又有利于使用和维修。这是只有在我国社会主义制度下，才行得通的。

第二节 柴油机的工作原理

柴油机把热能转变为机械能的过程，主要是在气缸内进行的。柴油在气缸内燃烧产生的高温高压气体推动活塞运动，并借助曲柄连杆机构输出动力。其主要工作部份如图

1—1 所示。

图中，活塞在气缸中移动到最上端的位置叫上止点；活塞在气缸中能够到达的最下端的位置叫下止点。上止点到下止点的距离叫活塞行程。活塞处在下止点时，活塞上方的气缸容积叫气缸的总容积；活塞处在上止点时，活塞上方的气缸容积叫燃烧室容积。气缸总容积与燃烧室容积的比叫柴油机的压缩比，即：

$$\text{压缩比} = \frac{\text{气缸总容积}}{\text{燃烧室容积}}$$

压缩比是柴油机的一项重要的技术指标，它是保证柴油燃烧的必要条件。压缩比过低，摇车时就会感到压缩不良，造成起动困难。

总容积与燃烧室容积的差叫气缸的工作容积，也叫做柴油机的排量。多缸机的排量是每个气缸排量的总和。排量的大小直接关系着柴油机的功率和结构尺寸的大小。

活塞从上止点移动到下止点，或从下止点移动到上止点叫做一个行程。活塞每完成一个行程，曲轴转动 180 度。单缸四行程柴油机每完成一个工作循环，须经过进气、压缩、做功、排气四个行程。下面就研究这四个行程。

一、进气行程

活塞由上止点移动到下止点，曲轴转动第一个半周。在这个行程中活塞上方容积增大，气缸内部气压低于外界气

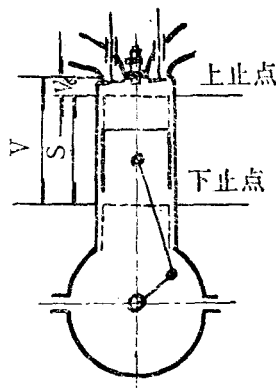


图 1—1 柴油工作
原理简图

S ——活塞行程 V ——总容积
 V_c ——燃烧室容积

压，进气门打开，空气进入气缸（图1—2中A）。进气行程終了时，气缸内部的气压约为0.8~0.9个大气压，温度为50℃~70℃。

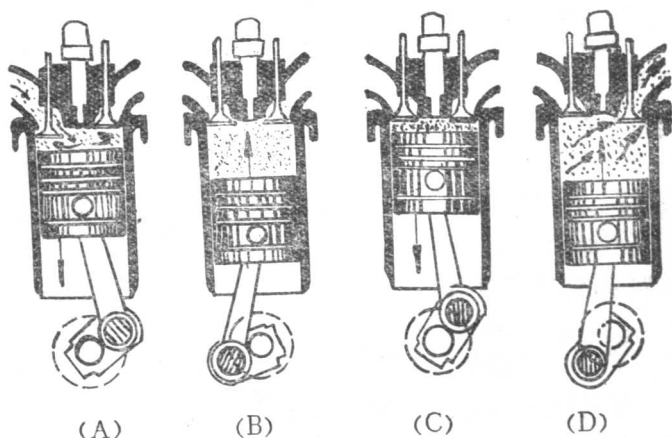


图1—2 四行程柴油机工作过程

A. 进气行程 B. 压缩行程 C. 作功行程 D. 排气行程

柴油机在进气行程中，进入气缸的不是混合可燃气体，而是纯空气，这是柴油机跟汽油机的显著区别。由于进入气缸的是纯空气，这就允许压缩比大大提高。

二、压缩行程

在曲轴旋转第二个半周时，进排气门均处于关闭状态，活塞由下止点向上止点运动，吸进气缸的空气被压缩（图1—2中B）。这个过程一直持续到活塞到达上止点。这时，气缸内的空气被压缩为原来的 $\frac{1}{16} \sim \frac{1}{20}$ 。当气体被压缩时，气体的压强和温度都会升高。压缩行程終了时，气缸内的气体压

力一般为 35~45 个大气压，温度约为 500°C ~ 700°C 。这样，就为柴油的燃烧准备了条件（柴油的自燃温度约为 336°C ）。

三、作功行程

在压缩行程中，当活塞接近上止点时，喷油器将柴油以雾状喷入气缸，与受强烈压缩的高温空气均匀地混合，随即燃烧。柴油在气缸内燃烧时，温度可达到 1700°C ~ 2000°C ，气体压强可高达 50~100 个大气压。这样高的气压推动活塞下行，并借助连杆、曲轴带动皮带轮作功（见图 1—2 C）。在作功行程中，活塞运动到下止点时，曲轴转过第三个半周，行程终了，气缸中的气压降为 3—4 个大气压，温度降低为 800°C ~ 900°C 。

四、排气行程

柴油燃烧后的废气必须排出去，才能再一次接受新鲜空气。所以，在曲轴旋转第四个半周时，排气门开启，活塞由下止点向上止点运动，废气由排气管道排出机外（见图 1—2 D）。

排气终了，又开始了下一个工作循环，周而复始，循环不已。

由上面分析可以看出，四行程柴油机在进气、压缩、作功、排气四个行程中，只有一个行程是作功的，其他三个行程都是为这个行程准备条件的，不仅不能输出动力，还要消耗一部份动力。所以，曲轴在作功行程中转动较快，而在其余三个行程中转动得较慢。为使曲轴旋转均匀，就得有一个尺寸和重量都比较大的飞轮。

较大功率的柴油机一般都是二缸、三缸，四缸或六缸的，还有八缸、十二缸的。多缸机每个气缸中所进行的工作过程，完全与单缸机相同。但各气缸的作功行程并不同时进

行，而是按照一定的顺序和间隔交替进行的。例如，4115T型柴油机各缸的作功顺序是：1—3—4—2，东方红—30拖拉机上用的390型柴油机各缸的作功顺序是1—2—3。这样，多缸机曲轴的旋转是比较均匀的，因而飞轮的尺寸和重量也就做得比较小。

第三节 柴油机的主要工作指标

为了更好地使用柴油机，就必须知道一些柴油机的主要工作指标。

柴油机的主要工作指标有有效功率、有效扭矩和燃料消耗率。

柴油机曲轴输出的功率叫有效功率，用符号“ N_e ”表示。单位是“马力”。1马力等于75公斤·米/秒，即在1秒钟的时间里，可以把75公斤的物体升高1米。

有效扭矩是柴油机曲轴拖动工作机械时的力矩，用符号“ M_e ”表示，单位是“公斤·米”。所谓力矩，就是力与力臂的乘积。即：

$$\text{力矩} = \text{力} \times \text{力臂}$$

以曲轴皮带轮来说，曲轴的扭矩就是皮带轮拖动皮带的力与皮带轮半径的乘积。如果曲轴的扭矩相同，半径大的皮带轮拖动皮带的力就小，半径小的皮带轮拖动皮带的力就大。

转速是柴油机曲轴每分钟转动的圈数，用符号“ n ”表示，单位是“转/分”。

有效功率，有效扭矩和转速三者的关系，可用下面的公式表示：

$$\text{有效功率}(N_e) = \frac{\text{有效扭矩}(M_e) \times \text{转速}(n)}{716.2}$$

从上面的公式可以看出，如果有两台转速相同的柴油机，扭矩大的（能拖动阻力大的工作机械），有效功率就大；扭矩小的（只能拖动阻力小的工作机械），有效功率就小。如果有两台柴油机，扭矩相同，转速高的（在单位时间里做功的次数多），有效功率就大；转速低的（在单位时间里做功的次数少），有效功率就小。如果有两台有效功率相同的柴油机，转速高的，有效扭矩就小；转速低的，有效扭矩就大。例如 1140 型柴油机和 X195 型柴油机，曲轴输出的最大有效功率都是 12 马力，1140 型柴油机的额定转速是 750 转/分，X195 型柴油机的额定转速是 2000 转/分。根据上面的公式，1140 型柴油机曲轴的最大扭矩是：

$$M_{1140} = \frac{12 \times 716.2}{750} = 11.4 \text{ (公斤·米)}$$

而 X195 型柴油机曲轴的最大扭矩是：

$$M_{X195} = \frac{12 \times 716.2}{2000} = 4.3 \text{ (公斤·米)}$$

由此可见，有效功率、有效扭矩是评定柴油机工作性能的主要工作指标。为了便于评定柴油机，在柴油机铭牌上标有允许使用的最大有效功率，最大有效扭矩和与之相应的转速，分别叫做该柴油机的额定功率，额定转速和最大扭矩。在使用中，不允许超过这些额定数值。否则，将会降低柴油机的使用寿命，造成不应有的故障和损失。

燃油消耗率，是柴油机曲轴每输出 1 马力的功率，1 小时所消耗的柴油量，单位是“克/马力·小时”，读作每马力·小

时多少克。它是评定柴油机经济性能的主要指标。

柴油在气缸中燃烧以后产生的热量,只有 30~40% 转变为曲轴输出的机械能(即有效功)。其余 60~70% 则完全损失掉了。其中废气带走的热量约占 35~40%; 冷却介质带走的热量约占 20~25%; 其他损失(如柴油机本身的摩擦损失, 驱动辅助机构的损失等)约占 5%。我们把转变为有效功的热量与柴油燃烧后产生的总热量的比, 叫做柴油机的热效率。热效率越高, 经济性能就越好。

所以, 曲轴每输出 1 马力·小时的有效功, 消耗的柴油量少, 柴油机的热效率就越高, 经济性能就越好。

不同型号的柴油机, 燃油消耗率是不同的。同一台柴油机的燃料消耗率也随着使用情况和机器的技术状态的变化而有所变化。一般随着柴油机的长期使用或保养维护不善, 必然造成燃油消耗率增高, 功率下降, 动力性能与经济性能同时变坏。所以, 柴油机必须合理使用, 正确保养。

第二章 柴油机的构造

只有搞清楚柴油机的构造和各零部件在整机运行中的作用，才能对柴油机做到合理使用，正确保养，也才能保证柴油机经常处于良好的技术状态下工作，达到少发生或不发生事故，延长使用寿命，促进生产的目的。

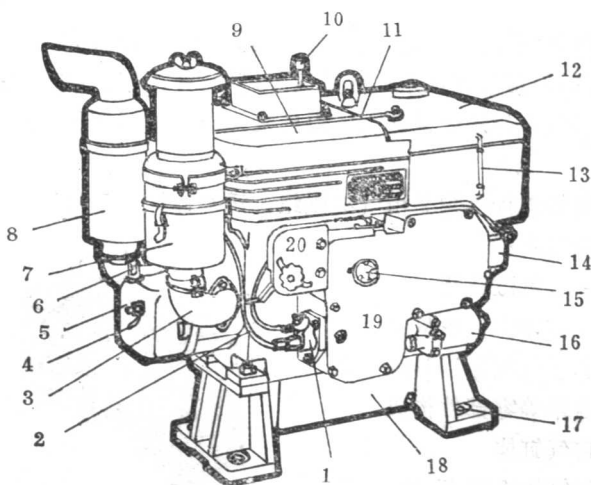


图 2—1 X195型柴油机

1. 高压油泵 2. 高压油管 3. 进气管 4. 减压手柄 5. 气缸盖罩
6. 机油压力指示器 7. 空气滤清器 8. 消声器 9. 水箱 10. 水
标浮子 11. 回油管 12. 油箱 13. 油面管 14. 燃油滤清器
15. 起动爪 16. 机油滤清器 17. 地脚螺孔 18. 机油底壳 19. 齿
轮室盖 20. 调速手柄

为了研究方便，我们着重以我省农村普遍使用的 195 型

柴油机为例进行分析。这种柴油机结构紧凑、体积小、重量轻、移动方便、工作可靠，受到广大社员的欢迎。一般手扶拖拉机都是用它作动力的。

图 2—1 是这种柴油机的外形图。

下面，我们分曲柄连杆机构、配气机构、供给系统、润滑系统、冷却系统等几部份来研究它的构造。

第一节 曲柄连杆机构

曲柄连杆机构是柴油机产生动力和输出动力的主要部份。它的作用是保证柴油能够充分燃烧，并把燃烧后产生的高温高压气体作用在活塞上的力转变为曲轴的扭矩而输出动力。

曲柄连杆机构是由气缸体组、活塞连杆组和曲轴飞轮组三部份组成的。

一、气缸体组

气缸体组，由气缸体、气缸套、气缸盖、气缸垫和气缸盖罩等零部件构成。

1. 气缸体

气缸体也叫机体，是柴油机的骨架，用灰铸铁铸成，图 2—2 是 X195 型柴油机的机体。

气缸体的表面和内部有许多经过加工的面和孔，安装着各机构各系统的机件。从图

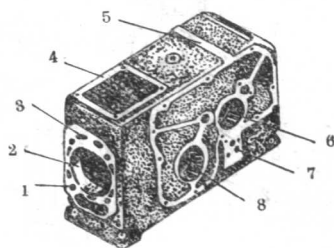


图 2—2 X195 型柴油机气缸体

- 1. 气缸盖螺栓孔 2. 气缸套安装孔 3. 水道 4. 水箱安装面 5. 油箱安装面 6. 曲轴轴承安装孔 7. 油道 8. 凸轮轴轴承安装孔

2—2 可以看出, X195 型柴油机气缸体的上面安装水箱和油箱, 下面安装油底壳, 前面安装气缸盖和气缸盖罩, 后面安装曲轴检查孔盖和机油标尺, 左面 (从前面看) 安装飞轮和机油泵, 右面 (从前面看) 安装前主轴承和定时齿轮。内部是气缸和曲轴箱, 是安装气缸套、活塞、连杆、曲轴等重要机件的地方。为了润滑和冷却, 内部还设有水腔和油道。

390型、4115T型和4125A 型等多缸机, 大都是立式柴油机。它们的上面安装气缸盖和气缸盖罩, 下面是曲轴箱和机油底壳, 前面是齿轮室, 后面是飞轮, 左面 (从前面看) 安装发电机和起动电机, 右面 (从前面看) 安装高压油泵和柴油、机油滤清装置。机体内部也设有润滑油道和冷却水夹层。

2. 气缸套

气缸套也叫缸筒, 它是用耐热耐磨性好的合金铸铁做成的圆筒形零件。压入气缸体内, 磨损后便于修理或更换。

气缸套分湿式、干式两种, 干式气缸套不与冷却水直接接触, 如 490 型柴油机就是采用的这种气缸套。湿式气缸套直接与冷却水接触 (图 2—3 中 A)。195 型柴油机就是采用的这种气缸

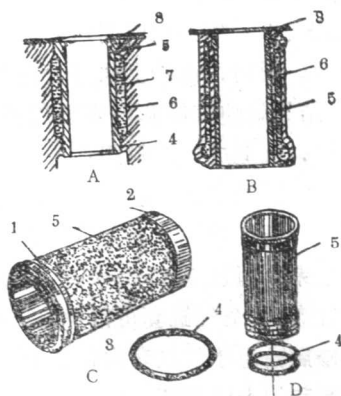


图 2—3 气缸套

- A. 湿式气缸套 B. 干式气缸套
C. 4125A 型气缸套 D. X195 型
气缸套
1. 2 安装带 3. 凸肩 4. 橡胶阻
水圈 5. 气缸套 6. 气缸体 7.
水套 8. 缸垫

套。干式气缸套有重量轻、刚度大、不易漏水等优点，但散热性能不如湿式的好。

气缸套的上部是用气缸盖、气缸垫密封的。为了增强密封，在气缸套压入气缸体时，其肩台部应高出机体表面，叫做肩台突出量（一般为 0.03~0.18 毫米）。湿式气缸套的下部与机体接触的地方，装有橡胶阻水圈，以防冷却水漏入机油底壳，造成润滑不良的事故。

气缸套的内表面，是柴油燃烧，气体膨胀的地方，是活塞往复运动的导向表面，因而做得非常光滑。气缸套的内表面又是在高温高压和润滑困难的条件下工作的，所以极易磨损，特别是沿连杆摆动的两侧，受到活塞侧压力的摩擦，磨损较大，工作一段时间后，就会使气缸套内表面由正圆变为椭圆。同时，由于上部温度高磨损较大，下部温度低磨损较小，结果就使气缸套内表面在变为椭圆的同时，出现了锥度。这样，就造成气缸封闭不严，压缩不良，起动困难，马力下降，润滑油窜入燃烧室，机油耗量增加等故障。当锥度和椭圆度（锥度是气缸套上下口直径之差，椭圆度是同一剖面直径之差）超过 0.35 毫米时，就要考虑镗磨气缸套或更换新的气缸套。一个气缸套可以镗修三次，每次修理量为 0.25 毫米。镗修后，由于气缸套内径加大了，所以也要相应地换用加大活塞和加大活塞环。

当气缸套磨损不大时，在更换活塞环的同时，可以把气缸套转 90 度安装，使磨损较小的两侧置于连杆摆动的方向。这样，可以延长气缸套的使用寿命。

3. 气缸盖和气缸盖衬垫

气缸盖和气缸盖衬垫是用来密封气缸上部的。