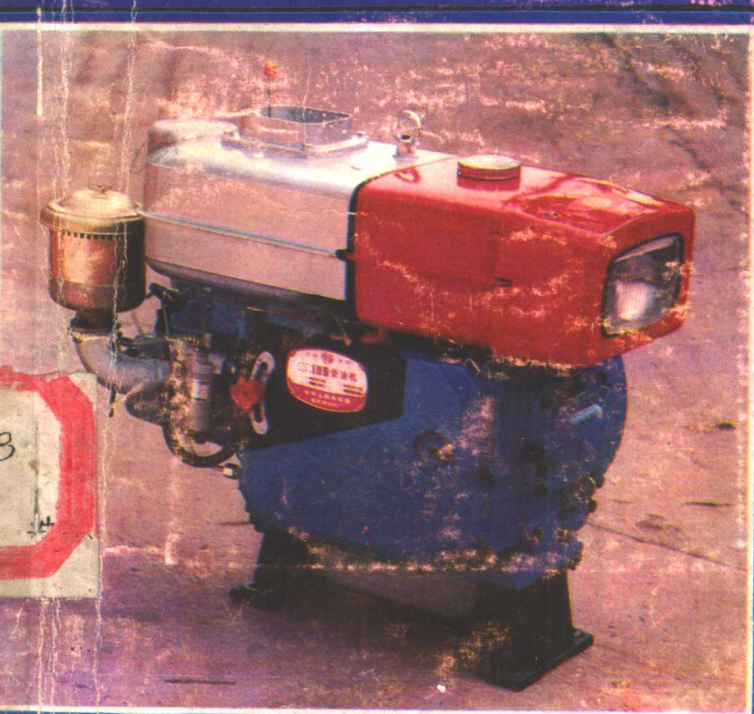


195型

柴油机维修与 改造节能技术

李全 陈道全 著 孙申英 绘



四川科学技术出版社

责任编辑：崔泽海 解励诚

封面设计：曹辉禄

技术设计：崔泽海

责任校对：苏晓宁

195型柴油机维修与改造节能技术

李 全 陈道全 编著

马镜波 唐修佑 审校

李体华 王汉君

孙申英 插图

四川科学技术出版社出版、发行

（成都盐道街三号）

新华书店重庆发行所经销

温江人民印刷厂印刷

ISBN7—5364—1006—9/TH·28

1989年3月第1版 开本787×1092毫米 1/32

1989年3月第1次印刷 字数 196 千

印数 1—11600册 印张8.625

定 价：2.60元

前 言

柴油机是农业机械的心脏，柴油则是农业机械的血液，每年为了驱动各类柴油机从事内容广泛的农业生产，要耗用大量的柴油，在目前能源十分紧缺的情况下，节油技术就显得十分重要了。

本书较全面地介绍了195型柴油机的构造、工作原理、维修知识，以及不同机型的结构特点和维修注意事项。在介绍农机修理新工艺、新技术、新材料和检测诊断技术的同时，着重介绍了国家农业部重点科研项目“195型柴油机改造节油技术”的全部内容。经改造后的柴油机功率提高15~20%，油耗降低15%，经济效益十分显著，得到国家经委的重视和支持。

目前国内拥有195型柴油机400多万台，而且每年又有30万台新生产的195柴油机投入使用。为此，农业部农机化局将“195型柴油机改造节油技术”列为1988年全国农机化系统目标管理和“七·五”期间全国技术推广项目，并将此书定为全国农机化节能培训教材。

本书内容丰富，文字通俗、流畅，实用性强，是从事农机设计、制造、使用、维修的工人、机手、管理干部、工程技术人员、农机院校广大师生重要的学习资料，对现实生产较有指导意义。

为了进一步提高书稿质量，在书稿写成后，送请机械电子工业部高级工程师马镜波、四川省农机鉴定站高级工程师李体华、四川工业学院副教授唐修佑、四川省农机局王汉君

等广泛征求意见，审查定稿。孙申英同志承担了全部图稿的描绘工作。对支持本书编审、提供资料、进行试验的所有同志，在此表示衷心感谢。

由于我们水平有限，书中涉及到不少新技术、新工艺、新材料问题，有的尚待进一步完善，凡有不当之处，恳请批评指正。

四川省农机学会科普委员会

1988年10月

目 录

第一章 柴油机的基本构造和工作原理	(1)
第一节 发动机的基本概念.....	(1)
第二节 四行程柴油机的工作原理.....	(3)
第三节 发动机的热平衡和特性.....	(7)
第四节 195型柴油机型号及其结构特点.....	(12)
第二章 机体总成	(16)
第一节 气缸体.....	(16)
第二节 气缸套.....	(22)
第三章 气缸盖总成	(28)
第一节 柴油机的燃烧过程和燃烧室.....	(30)
第二节 气缸盖的修理.....	(33)
第三节 气门座的修理.....	(35)
第四节 气门的修理.....	(39)
第五节 气门弹簧的修理.....	(40)
第六节 气门摇臂和轴.....	(41)
第七节 气门导管.....	(42)
第四章 活塞连杆总成	(44)
第一节 活塞.....	(44)
第二节 活塞环.....	(51)
第三节 活塞销.....	(57)
第四节 连 杆.....	(60)
第五节 连杆轴瓦.....	(65)

第六节	连杆衬套	(71)
第七节	活塞连杆组的拆装	(73)
第五章	曲轴飞轮平衡机构	(77)
第一节	曲轴	(77)
第二节	平衡机构	(84)
第三节	飞轮	(86)
第四节	曲轴的轴向间隙与调整	(88)
第六章	配气机构与进、排气系统	(93)
第一节	进气系统	(93)
第二节	配气机构	(96)
第三节	排气系统	(104)
第四节	配气相位	(106)
第五节	气门间隙及其调整	(107)
第六节	启动装置	(109)
第七章	燃油供给系统	(112)
第一节	油箱与燃油滤清器	(112)
第二节	喷油泵	(117)
第三节	喷油器	(135)
第四节	供油和供气的配合	(145)
第八章	润滑系	(157)
第一节	润滑与润滑系	(157)
第二节	润滑系的主要零件及修理	(162)
第三节	润滑系的使用、保养	(167)
第九章	冷却系	(169)
第一节	冷却与冷却系	(169)
第二节	冷却系的保养、使用和修理	(172)
第十章	发动机的技术诊断	(173)

第一节	发动机有效功率和耗油率的测试	(174)
第二节	发动机各系统的技术状态诊断	(182)
第十一章	S195型柴油机的技术改造	(197)
第一节	技术改造的理论依据	(197)
第二节	改造195柴油机结构的措施	(199)
第三节	加强基础修理工作	(209)
第四节	优化调整技术	(212)
第五节	技术措施实施方案	(217)
第十二章	节油技术在柴油机上的应用	(221)
第一节	负压节油装置	(221)
第二节	节能减磨增效剂	(226)
第三节	惯性增压节约柴油	(228)
第四节	节油减烟器	(234)
第五节	密封胶治漏节油	(235)
第六节	使用金属清洗剂节油	(242)
第七节	柴油乳化	(251)
第八节	柴油净化	(252)
第十三章	S195型柴油机常见故障的分析及排除	(258)
第一节	故障的征象及原因	(258)
第二节	故障的分析及诊断	(259)
第三节	195型柴油机常见故障的分析及排除	(261)

第一章 柴油机的基本构造 和工作原理

第一节 发动机的基本概念

目前，我国拖拉机上用的发动机，一般都采用往复式内燃机。它是利用燃料和空气在气缸内燃烧后产生的热能，然后再将热能转化为机械能的一种机器。

根据内燃机的结构形式和工作特点，一般有以下几种分类方法：

(1) 按使用的燃料不同，可分为柴油机、汽油机和煤油机。

(2) 按气缸的数目，可分为单缸和多缸发动机。

(3) 按气缸的布置方式不同，有立式、卧式发动机。

(4) 按完成一个工作循环的行程数不同，分为二行程和四冲程发动机。

(5) 按冷却方法不同，分水冷式和风冷式发动机。

S195型发动机属于四冲程，水冷式柴油发动机。主要由气缸、气缸盖、进气门和排气门、活塞、连杆、曲轴和飞轮等组成。其构造如图1—1所示。

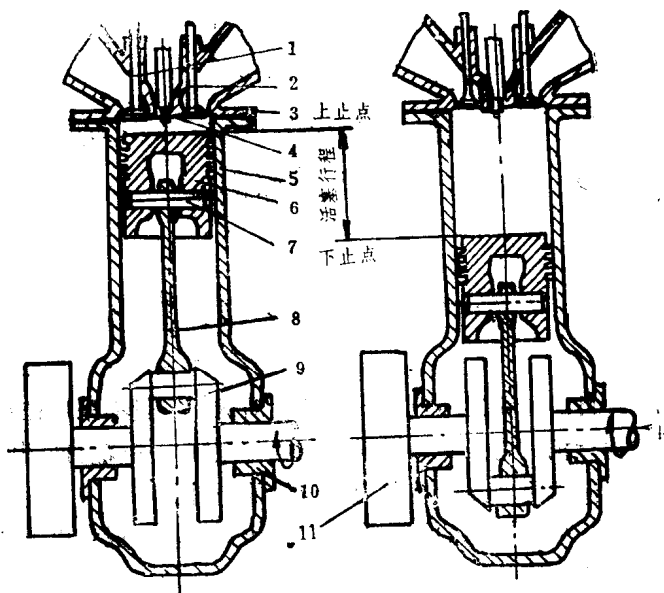


图 1—1 单缸四行程柴油机简图

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

几个常用名词的解释:

1. 上止点 (或叫上死点): 活塞在气缸内移动, 其顶面离曲轴中心最远时, 活塞在气缸内所处的位置。

2. 下止点 (或叫下死点): 活塞在气缸内移动, 其顶面离曲轴中心最近时, 活塞在气缸内所处的位置。

3. 活塞行程: 上止点和下止点之间的距离, 通常用 S 表示 (活塞行程等于曲轴回转半径的两倍)。S195 型柴油机的活塞行程是 115 毫米。

4. 燃烧室：活塞在上止点时，活塞顶与气缸盖之间形成的空腔叫燃烧室。这个空腔的容积叫做燃烧室容积或压缩室容积。

5. 工作容积：活塞自上止点移动到下止点之间的气缸容积。

6. 气缸总容积：活塞在下止点时，活塞顶上方的气缸腔容积称为气缸总容积。它是气缸工作容积与燃烧室容积之和。

7. 压缩比：气缸总容积与燃烧室容积之比。它表示气缸内的气体被压缩的程度，通常用 ϵ 表示。S195柴油机的压缩比为20。计算式如下：

$$\text{压缩比}(\epsilon) = \frac{\text{气缸总容积}(V_a)}{\text{燃烧室容积}(V_c)}$$

第二节 四行程柴油机的工作原理

柴油机的基本工作原理，是让柴油在气缸中燃烧，形成高温、高压的燃气，推动活塞，并通过连杆带动曲轴旋转变成发动机的动力，将热能转变为机械能。柴油机的工作可分为4个过程：首先把新鲜空气吸进气缸；接着再把空气压缩以提高其压力和温度；然后喷入柴油着火燃烧，形成高温、高压的燃气推动活塞作功；最后把燃烧过的废气排出气缸。这4个过程分别称为“进气行程”、“压缩行程”、“作功行程”、“排气行程”。完成4个行程叫做1个工作循环，每1个工作循环，活塞要往复运动各两次，即4个行程。工作循环不断地进行，柴油机则连续地运转。

为了掌握发动机工作的内部规律，可以用实验的方法测

取和记录在整个工作循环中气缸内压力的变化数值，把它绘成曲线，就得到示功图。图1—2就是四行程柴油机的示功图。

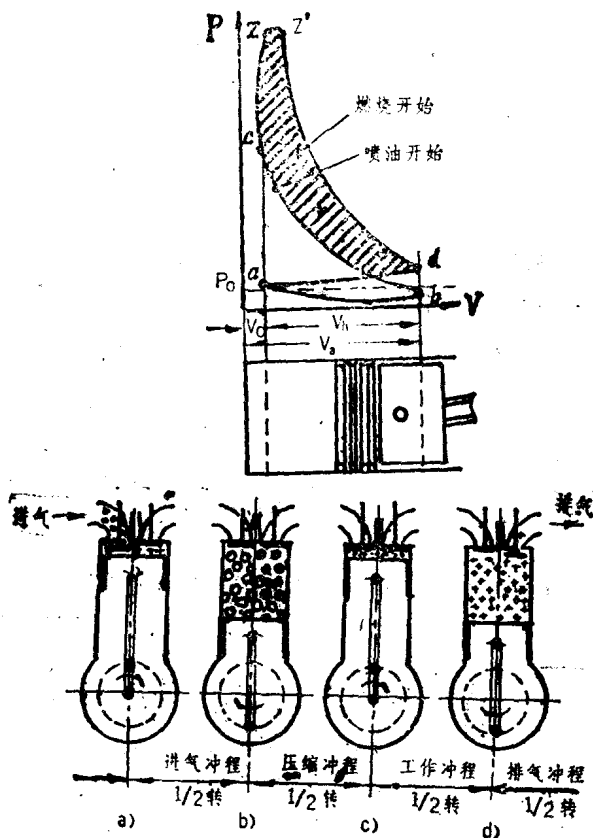


图1—2 单缸四冲程柴油机工作过程示意图

图中横坐标表示气缸容积或行程的大小，纵坐标表示压力的大小。a—b、b—c、c—d、d—a分别是进气冲程、压缩

冲程、作功冲程、排气冲程中气缸内压力 p 随气缸容积 V 。(或活塞位置)的变化规律曲线。 p_0 表示大气压力, 约 0.1MPa 。

进气行程, 如 $a-b$ 所示。在这个过程中, 活塞从上止点向下止点运动, 排气门关闭, 进气门打开。在上止点 a 的时候, 由于上一循环的废气不可能排出干净, 燃烧室内残余废气的压力略高于大气压力 p_0 。随着活塞向下止点运动, 气缸内容积不断增大, 使气缸中压力低于大气压力 p_0 , 在压力差的作用下, 新鲜空气被吸进气缸, 直到活塞运动到下止点 b 。因为进气流有阻力, 所以 b 点的气缸压力略低于大气压力(为 $0.8\sim 0.9$ 大气压力)。在进气过程中, 气缸内压力从稍大于 p_0 逐渐变到略低于 p_0 , 曲轴转过半圈。

压缩行程, 如 $b-c$ 所示。在这个过程中, 活塞从下止点向上止点运动, 进气门和排气门都关闭, 新鲜空气被压缩, 气缸内压力和温度不断升高。从这条曲线可以看到, 在压缩过程中, 气缸内压力从略低于 p_0 较快地上升, 空气的压缩程度主要决定于压缩比, 柴油机的压缩比应保证柴油的自然和工作效率。在压缩过程终点 c , 气缸内的压力达到 $3\sim 5\text{MPa}$, 温度达到 $773\sim 973\text{K}$ 。曲轴转过第二个半圈, 共 360° 。

作功行程, 如 $c-z-z'-d$ 所示。在压缩过程后期, 柴油被喷入气缸并与空气混合, 由于气缸中压缩空气的温度超过了柴油的自然温度(柴油的自然点约 $573\sim 623\text{K}$), 活塞未到了上止点, 柴油就开始自燃。因活塞位于上止点附近, 气缸容积很小, 进气门和排气门都关闭, 因此气缸内的温度和压力急剧上升, 其最高温度达 $1973\sim 2273\text{K}$, 压力达 $6\sim 10\text{MPa}$ 。受热膨胀的气体便推动活塞从上止点向下止点运动。随着活塞向下止点运动, z' 点之后气缸容积不断增大, 燃烧也逐渐完成, 因此气缸中的温度和压力就不断下降。在这个过程

中，燃料燃烧产生的高温、高压燃气推动活塞运动做功，把燃料的热能转变为机械能。此时曲轴转过第3个半圈，共 540° 。

排气行程，如d—a所示。在这个过程中，活塞从下止点向上止点运动，进气门关闭，排气门打开，在下止点d的时候，由于气缸中废气的压力高于大气压力，在压力差的作用下，废气经排气门冲出气缸，而后随活塞向上止点运动，进一步把废气排出，直到活塞运动到上止点a。因为排气气流有阻力，废气不可能排出于净，所以排气终点（也就是下1个工作循环的进气始点）压力略高于大气压力，为 $0.1\sim 0.12\text{MPa}$ ，温度为 $673\sim 873\text{K}$ 。在排气过程中，气缸内压力从做功行程终点的压力开始，逐渐降低到略高于大气压力。

由此可见柴油机完成1个循环，活塞下、上运动共4次，曲轴相应转两圈，即 720° 。在1个循环中，只有做功行程推动活塞做功，其它3个行程都要消耗功。发动机示功图曲线所包围的面积，就表示发动机气缸中的功，有“+”号的是燃气推动活塞所作的功，有“-”号的是进气和排气所消耗的功，“+”减去“-”就相当于活塞可以输出的功。发动机曲轴、飞轮可以输出的功，显然比活塞输出的功小，因为它要克服活塞、连杆、曲轴等的运动摩擦阻力，还要带动油泵、气门等机构工作。我们应当尽量减少各个工作过程的损失，合理、有效地增大示功图面积。一般柴油机的机械效率 η_m 为0.8左右。

第三节 发动机的热平衡和特性

一、发动机的热平衡

柴油喷入气缸燃烧并放出热能，但是这些热能中只有一部分可以转变成有用功，大部分因各种原因而耗费。为了正确地使用和维修发动机，提高发动机的工作效率，就要了解这些柴油燃烧放出的热能被消耗在哪些方面，以便尽量减少不必要的损耗。柴油热能的这种分配关系叫做发动机的热平衡。

$$\text{即 } Q = Q_e + Q_i + Q_r + Q_b + Q_s$$

式中：Q——喷入气缸的柴油所产生的总热能
100%；

Q_e ——转变为发动机输出功率的热能
30~40%；

Q_i ——冷却水带走的热能 25~30%；

Q_r ——废气带走的热能 20~25%；

Q_b ——摩擦、振动、带动辅助机构等所消耗的热能 10~20%；

Q_s ——柴油燃烧不完全所损失的热能
2~4%。

Q_i 、 Q_r 、 Q_b 、 Q_s 的热损失，是难以避免的。对于使用、维修工作来说，了解发动机的热平衡，就能有的放矢地提高发动机工作的有效性。例如，喷油质量不好，燃烧不完全， Q_e 就增大；运动零件间隙调整不当，润滑不良或任意调高发动机转速，使摩擦损失和振动损失增大， Q_b 就增大；喷油时

间太迟，燃烧时间推迟，废气带走的热量 Q_c 就增大，冷却水温度太低，冷却水带走的热量 Q_c 就增大。如果发动机热能消耗增加，势必造成功率降低，油耗增加，而且在这种不正常的热平衡状态下运转，很快就会出现故障或事故。

二、发动机的指标

1. 有效扭矩 有效扭矩 M_e ，指发动机曲轴对外输出的旋转力矩。其单位为牛〔顿〕米（或千克米）。 M_e 的大小，表示发动机的实际驱动能力，是发动机的重要动力性指标。

拖拉机的行驶阻力和带动挂车或农具的阻力，传到曲轴上并阻碍曲轴转动的反扭矩 M_c 叫发动机负荷。 M_e 和 M_c 始终处于平衡状态，即 $M_e = M_c$ 。

2. 有效功率 有效功率 N_e 指发动机在单位时间内，对外输出所做的功。其单位为千瓦（或马力）。

有效功率与有效扭矩 M_e 和转速 n 有关。即：

$$N_e = \frac{M_e \cdot n}{9550} \quad (\text{千瓦})$$

式中： M_e 的单位为牛·米。

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

式中： M_e 的单位为千克·米。

通常发动机的有效功率都是以标定功率来标明的。 N_e 的大小，表示发动机的作功能力大小，它也是发动机主要动力性能指标。

3. 耗油率 耗油率 g_e ，是指发动机每千瓦每小时（或每马力每小时）的耗油量。如已知发动机的有效功率 N_e 和每小时的耗油量 G_T （千克），则 g_e 为：

$$g_e = \frac{1000 G_r}{N_e} \quad (\text{克/千瓦小时})$$

g_e 的大小，表示发动机的经济性。

4. 热效率：指发动机转变为机械功的热量与所耗燃油发出的热量的比值（ η_e ）。计算式如下：

$$\eta_e = \frac{3.6 \times 10^6}{g_e \cdot H_u}$$

式中： H_u ——燃油低热值（千焦/千克）。

η_e 的大小，表示发动机对热能的利用程度。一般柴油机的 $\eta_e = 0.3 \sim 0.4$ 。这说明燃油燃烧所产生的热量只有 30~40% 被发动机用来做功，其余大部分热量都随废气排出，被冷却水或空气带走，燃烧不完全，以及各零件之间的摩擦而损失。

三、调速特性

根据发动机工作时的负荷条件和运用特点，其外界负荷是每时每刻都在作非周期性变化。为此，一般都装有调速器。当负荷变化时，在调速器的作用下，发动机各主要指标的变化规律称为调速特性。

制取调速特性时，由调速器操纵喷油泵拉杆，调速手柄放在最大位置，在变更发动机负荷的同时测量转速，于是得到调速特性，如图 1—3。

当给予发动机某一外负荷时，发动机随之有与之相应的扭矩、功率、转速、小时耗油量和单位耗油率。外负荷改变时，这些参数也随之改变。我们把外负荷等于发动机标定扭矩（ M_n ）时的工况称为发动机满负荷工作，也叫标定工况。这时发动机的有效功率就是对该发动机的标定功率，其

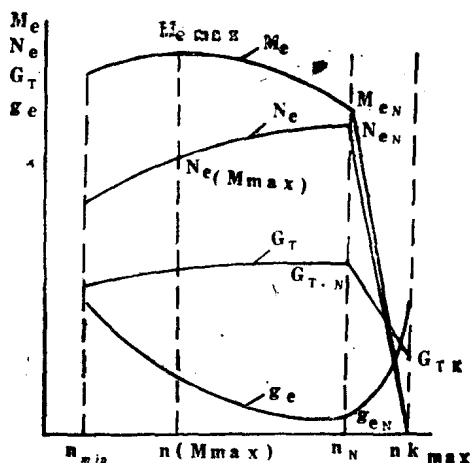


图 1—3 调速特性

相应的转速 n_N 就称为标定转速。例如S195型柴油机的标定转速为2000转/分，标定功率为8.8千瓦（12马力）。

四、负荷特性

柴油机在一定转速下，其小时耗油量 G_T 和耗油率 g_e 随负荷变化的规律称为负荷特性。制取负荷特性时，改变发动机的负荷，同时变化喷油泵的供油量，以保持发动机的转速不变（一般是标定转速），于是得到负荷特性，如图1—4所示。

由负荷特性曲线可见，发动机在接近满负荷工作时比部分工作时的经济性高。图中 g_e 曲线上：1点对应的供油量是使 g_e 达到最小值，故1点称为经济功率点；2点对应的供油量是使功率达到最大值的点，故2点称为极限功率点；若供油量再增加，由于燃烧程度极度恶化，功率反而下降。3点