

NONGYONG CHAIYOUJI DE SHIYONG YU WEIXIU



农业机械化丛书

# 农用柴油机的

刘希恭 主编

## 使用与维修



黑龙江科学技术出版社

C318.5

农业机械化丛书

# 农用柴油机的使用与维修

刘希恭 主编

黑龙江科学技术出版社

中国·哈尔滨

---

图书在版编目(CIP)数据

农用柴油机的使用与维修/刘希恭主编. —哈尔滨:黑龙江科学技术出版社, 2008.5  
(农业机械化丛书)  
ISBN 978-7-5388-5784-9

I. 农… II. 刘… III. ①农业机械—柴油机—使用②农业机械—柴油机—机械维修 IV. S218.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 062982 号

---

责任编辑 杨晓杰  
封面设计 刘 洋

农业机械化丛书

农用柴油机的使用与维修

NONGYONG CHAIYOUJI DE SHIYONG YU WEIXIU

主编 刘希恭

---

出 版 黑龙江科学技术出版社

(150001 哈尔滨市南岗区建设街 41 号)

电话(0451)53642106 电传 53642143(发行部)

印 刷 黑龙江省教育厅印刷厂

发 行 全国新华书店

开 本 850×1168 1/32

印 张 6.375

字 数 150 000

版 次 2008 年 8 月第 1 版·2008 年 8 月第 1 次印刷

印 数 1-5 000

书 号 ISBN 978-7-5388-5784-9/S·702

定 价 11.50 元

# 前 言

随着柴油机在农业生产、运输及发展经济工作中的广泛使用，伴随的则是如何掌握好柴油机的结构、工作原理以及运行使用的知识和技能，以便更合理、科学地选购、使用、保养与维修柴油机，使其经济、安全地运行及更好地发挥其效率。为此，我们编写了《农用柴油机的使用与维修》一书，以供广大农用柴油机的使用者、专业维修技术人员和操作人员，以及农校在校学生学习，掌握柴油机的基本知识、使用与维修的具体操作方法，以便为农村经济的高速发展和发家致富作出更大贡献。

本书主要介绍农用柴油机的基础知识，基本参数与构造，使用保养与检查调整，故障诊断与排除，以及柴油机调校等内容。

本书由刘希恭、赵海玲、刘小丰、崔燕、赵洪安及杨香兰等同志编写。在编写过程中参考了许多资料，并得了许多同志的大力支持和帮助，在此表示衷心的感谢。

由于我们水平所限，书中难免存在缺点和错误，敬请广大读者批评指正。

编 者

# 目 录

## 基础知识

- 柴油机的分类 ..... (1)
- 柴油机型号编制规则与技术术语 ..... (2)
- 柴油机的组成与工作原理 ..... (6)

## 柴油机的基本参数与构造

- 基本参数与技术数据 ..... (12)
- 构造 ..... (25)

## 柴油机的使用、保养、检查与调整

- 主要调整参数与主要螺栓拧紧力矩 ..... (87)
- 曲柄连杆机构 ..... (89)
- 进、排气系统与配气机构 ..... (94)
- 燃油供给系统 ..... (100)
- 润滑系统 ..... (110)
- 冷却系统 ..... (112)
- 启动装置与减压机构 ..... (116)

## 柴油机的常见故障诊断与排除

- 故障征象 ..... (119)
- 故障诊断原则 ..... (119)
- 故障诊断方法 ..... (120)
- 常见故障现象、原因分析与排除方法 ..... (121)

## 柴油机故障维修与调校

- 维修技术数据 ..... (139)
- 维修操作的基本要求 ..... (155)
- 柴油机的维修 ..... (163)
- 喷油泵、喷油器的调校与喷油泵试验台 ..... (188)

## 基础知识



### ● 柴油机的分类

柴油机是一种将柴油燃烧所产生的热能转变为机械能的装置。因为柴油是直接由柴油机内的燃烧室中燃烧，所以又称为内燃机。由于内燃机的种类繁多，因此为了表示不同内燃机在构造和工作上的特点，常用以下方法进行内燃机的分类：

- (1) 按汽缸数量可分为单缸柴油机和多缸柴油机。
- (2) 按汽缸布置型可分为立式柴油机和卧式柴油机。
- (3) 按完成一个工作循环所需冲程数可分为二冲程柴油机和四冲程柴油机。
- (4) 按曲轴转速的高低可分为高速柴油机、中速柴油机和低速柴油机。

农用柴油机多为单缸四冲程柴油机和多缸四冲程柴油机。单缸是指柴油机的汽缸数量为一个；四冲程是指柴油机曲轴需转两圈来完成一个工作循环，即进气冲程、压缩冲程、作功冲程和排气冲程。由于单缸柴油机具有结构简单、耗油量低及运行费用低廉，因而在小型拖拉机、三轮农用运输车以及排灌和农副产品加工中得到普遍使用；而多缸柴油机大多数用于大型的农业机械。

## ◎ 柴油机型号编制规则与技术术语

### ✱ 柴油机型号编制规则

为了便于柴油机的生产和使用,国家制定了内燃机产品名称和编制规则(GB725—1991),其主要内容有两项,即一项为内燃机名称,其按所采用的燃料进行命名,如柴油机、汽油机和煤气机等;二是型号(图1-1),是阿拉伯数码、汉语拼音字母和GB1883中规定的形象字组成。

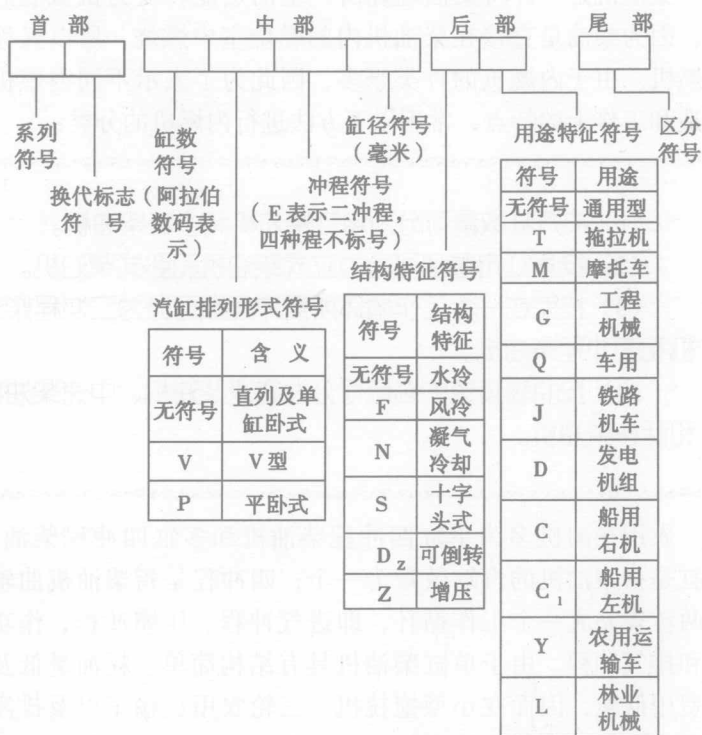


图1-1 内燃机型号表示方法

(1) 汽缸数。用阿拉伯数码表示。

(2) 机型系列。用阿拉伯数码表示汽缸直径(毫米),用汉语拼音 E 表示二冲程,无字母表示四冲程。

(3) 变型符号。表示该机型是改型后的产品,在结构、性能上发生的变化。用阿拉伯数码表示顺序,用短横与前面符号隔开。

(4) 用途及结构特点。柴油机的特征符号位于短横之前,表示柴油机的主要用途与结构特点。无符号为通用型,“T”为拖拉机用,“M”为摩托车用,“Q”为汽车用;无结构特征符号为水冷,“F”为风冷,“Z”为增压。通常,只有首部和尾部需要时才标出。现举例说明如下:

165F——表示单缸、四冲程、缸径 65 毫米、风冷、通用型。

R175A——表示单缸、四冲程、缸径 75 毫米、水冷、通用型(R 为 175 产品的换代产品, A 为系列产品改进的区分符号)。

S195——表示单缸、四冲程、缸径 95 毫米、水冷、通用型, S 表示采用双轴平衡系统。

185N——表示单缸、四冲程、缸径 85 毫米、凝汽冷却、通用型。

195T——表示单缸、四冲程、缸径 95 毫米、水冷、拖拉机用。

12V135ZG——表示 12 缸、V 型冲程、缸径 135 毫米、水冷、增压,工程机械用。

495T——表示四缸、四冲程、缸径 95 毫米、水冷、直径、直列,拖拉机用。

型号前面的字母有时会标明该柴油机的结构特点或生产厂家等。如 S (双轴平衡), X (新), K (扩缸), Z (直喷), L (辽宁), SC (陕柴), CC (重柴), K (开封), GC (甘柴), SD (山东) 等。

## ✱ 技术术语

### 1. 扭矩

在柴油机飞轮上对外输出旋转力矩称为有效扭矩，简称扭矩。扭矩是指燃油在缸内燃烧所产生的热能使气体膨胀所产生的力，除了克服机内各零件的摩擦阻力和驱动如油泵、发电机等各辅助装置之外，最终传递到飞轮上可供柴油机对外使用的能量。

在实际工作中，柴油机飞轮输出的扭矩与外部作用到飞轮上的阻力矩（外界负荷）相等。

### 2. 功率

柴油机在单位时间内所做的功称为有效功率，简称功率。

有效功率是柴油机最主要性能指标之一。它表明一台柴油机单位时间作功能力的大小和使用范围。按国家标准（GB）规定的功率值，称为标定功率。国家标准规定的柴油机标定功率，按其用途和使用特点分为以下 5 种：

（1）15 分钟功率。它是指柴油机允许连续运转 15 分钟时的最大有效功率，适用于需要有短时良好超负荷和加速性能的汽车、摩托车用柴油机。

（2）1 小时功率。它是指柴油机允许连续运行 1 小时的最大有效功率，适用于需有一定功率储备，以克服负荷突然增加的轮式拖拉机及船舶等用柴油机。

（3）12 小时功率。它是指柴油机允许连续运行 12 小时的最大有效功率，适用于需要在 12 小时内连续运转又需要充分发挥最大功率的拖拉机、农用排灌机械及工程机械用柴油机。

（4）持续功率。它是指柴油允许长期运转的最大有效功率，适用于需要长期持续运转的农用排灌机械、船舶、电站用柴油机。

（5）专业标准功率。根据本行业柴油机的特点和要求而规定的其他种类的标定功率。

注意,农用拖拉机柴油机铭牌上标记的额定功率,通常是指的12小时功率。在标定任一功率时,应同时标出称之为标定转速的相应转速。

### 3. 转速

转速是指柴油机曲轴或飞轮每分钟所转的圈数,其单位为转/分。在缸径、冲程等有关参数相同条件下,转速愈高,做功次数愈多,其发出的功率就愈大。如S190型柴油机,在标定转速为2000转/分时,标定功率为8.8千瓦;当转速提高到2200转/分时,其功率可达9.7千瓦;而在转速下降到1700转/分时,其功率仅为7.35千瓦。由此可见,柴油机在使用中,应使其转速达到标定转速,否则,柴油机便达不到标定功率。

在给出柴油机标定功率的同时均标出相应的标定转速,例如8.8千瓦/(2000转/分)。

在柴油机使用说明书中,通常会给出1~2种标定功率(农用柴油机一般为1小时功率和12小时功率),用户可按需选用。

柴油机的功率、扭矩与转速的关系为

功率(千瓦) = 扭矩(牛·米) × 转速(转/分)

由以上关系可以看出,当功率相同时,转速低,则扭矩大;转速高,则扭矩小。由此便说明了柴油机在实际使用中,当负荷增加时,柴油机的转速便降低,而当负荷减小时,转速便升高的道理。

### 4. 燃油消耗率

在1小时内柴油机所消耗的柴油量,称为小时耗油量,标为千克/小时。由于柴油机功率不同,每种型号的柴油机,其小时耗油量也不相同。所以,不能用小时耗油量作为不同柴油机经济性能评定与比较的参数,而是用燃油消耗率来表示。

柴油机发出每单位有效功率,在1小时内所消耗的柴油量,称为有效燃油消耗率,简称耗油率,单位为克/(千瓦·小时),即每发出1千瓦的功率,在1小时内所消耗的柴油量。耗油率越

低，则柴油机的经济性就越好。

耗油率与小时耗油量的关系为

耗油率 = 小时耗油量 / (功率 × 1000) [克 / (千瓦·小时)]

在柴油机使用说明书中，通常标志 12 小时功率时的耗油率。

### 5. 机油消耗率

机油消耗率也是评价柴油机经济性的一个重要指标，并且其计算方法同燃油消耗率，单位也为克 / (千瓦·小时)。当机油消耗率高时，不仅浪费机油，而且对柴油机的工作会产生不良影响。

此外，还需注意的是，动力性指标和经济性指标，虽然是评价一台柴油机主要性能指标，但在衡量柴油机性能时，还要考虑在规定条件下和规定时间内实现规定功率能力的可靠性和在一定时间内不出现故障的可靠性、适于进行维护和修理而预防与消除故障的维修性、在一定储运期后保持规定功能的保持性，以及使用期限和技术寿命的耐久性。除此之外，还要考虑启动的难易程度和成本等。

## ●柴油机的组成与工作原理

### ✱柴油机的组成

柴油机基本上是由以下部分和系统组成：

(1) 固定件。主要包括机体组、缸盖组及各种罩壳支架等。固定件用于支承和安装各系统部件，并承受柴油机工作所产生的各种作用力。

(2) 曲轴连杆机构。主要包括活塞连杆组件、曲轴飞轮组件等运动零部件。运动件的作用是将柴油机在汽缸中所做的功传递出去，并将活塞的往复运动变为曲轴的旋转运动。

(3) 燃油供给系统。燃油供给系统主要包括柴油过滤器、输油泵、喷油泵、调速器和高压油管等零部件,其作用是按一定时刻和一定规律向汽缸喷射一定量雾化良好的柴油,并使其与空气混合、充分燃烧。

(4) 配气系统。配气系统主要包括空气滤清器、减压机构、进排气管、气门组件、凸轮轴及传动件等零部件组成,其功能是按一定时刻和一定规律向汽缸提供一定量新鲜空气,并按一定时刻及一定规律排出汽缸内的废气。

(5) 润滑系统。润滑系统主要包括集滤器、机油泵、机油过滤器及调压阀等零部件组成,其功能是润滑柴油机各摩擦面、带走因摩擦而产生的热量、净化摩擦副的磨粒以及密封缸套和防锈等。

(6) 冷却系统。冷却系统主要包括散热器、风扇、节温器及水泵等零部件,其功能是利用冷却液对机件进行冷却,以便柴油机正常工作及不致因过热而受损。

(7) 启动装置。柴油机有的是用启动爪、启动摇把启动,有的则是用包括蓄电池、起动机和启动辅助装置组成的启动系统进行启动,启动装置的功能是启动柴油机。

## ✱柴油机的的工作原理

柴油机的基本工作原理,是把柴油燃烧所产生的热能转变为曲轴的转矩而向外作功。如图 1-2 所示,其工作分为进气冲程、压缩冲程、作功冲程及排气冲程 4 个工作过程。

### 1. 进气冲程

如图 1-2 (a) 所示,活塞由曲轴旋转的带动由上止点向下止点运动。此时,由配气机构使进气门打开,排气门关闭。随着活塞的下移,汽缸容积逐渐增大,由此而造成的真空而把外界的新鲜空气不断地由进气门吸入到缸内。当活塞达到下止点时,进气冲程结束,进气门也随之关闭。此时,缸体气体压力

达到 78~93 千帕，温度达到 50~70℃。对于进气冲程，其要求是进气充分，进气量多（即充气数大）。

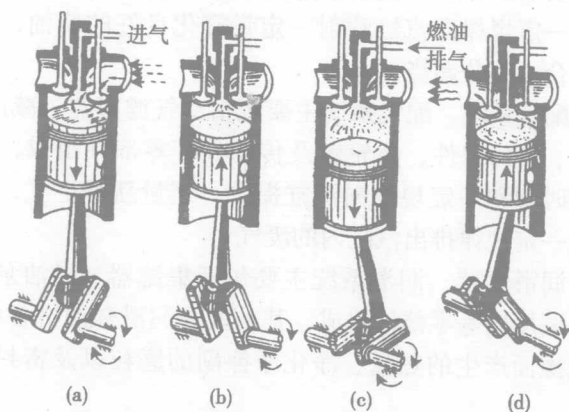


图 1-2 单缸四冲程柴油机的工作过程

(a) 进气 (b) 压缩 (c) 作功 (d) 排气

## 2. 压缩冲程

如图 1-2 (b) 所示，曲轴继续旋转，带动活塞由下止点向上止点运动。这时，进、排气门均关闭，缸内的空气逐渐受到压缩，其压力和温度不断地升高。柴油机具有较高的压缩比，当压缩终了时，缸内压力可达 2940~4900 千帕，温度可达 500~700℃，比柴油的自然温度高 200~300℃。对压缩冲程的要求是，气门关闭要严，汽缸与活塞间的密封性要好，不漏气。

## 3. 作功冲程

如图 1-2 (c) 所示，当活塞接近压缩冲程终了时，喷油器将柴油以细小油雾状喷入缸内。这些油雾在高温下迅速蒸发，并与缸内的空气混合而形成可燃混合气。经过短暂的一段着火准备阶段，当活塞接近上止点时，可燃混合气在高温下立即自燃，释放出大量热量，使缸内的气体温度和压力急剧上升，其最高压力可达 5900~8800 千帕，温度可达 1500~2000℃。此时，进、排气门均关闭，缸内高温高压气体因膨胀而产生的巨大力

推动活塞从上止点向下止点运动，并通曲柄连杆机构使曲轴旋转，从而将可燃混合气燃烧所产生的热能转变为活塞和曲轴的机械运动而向外作功。随着活塞的向下止点运动，缸内的容积逐渐扩大，缸内气体的压力和温度也随之降低。

#### 4. 排冲冲程

如图 1-2 (d) 所示，在飞轮惯性的作用下，曲轴继续旋转，并通过连杆带动活塞从下止点向上止点运动。此时，排气门打开，进气门依然关闭，燃烧所产生废气被向上止点运动的活塞的驱动而从排气门排出缸外。对于排气冲程的要求是，排气要充分，留在缸内的废气越少越好。

排气结束后，曲轴继续旋转，活塞从上止点向下止点运动，从而开始下一循环的进气。柴油机每完成进气、压缩、作功、排气四个过程称为一个工作循环。柴油机完成一个工作循环活塞要移动四个冲程，故称四冲程柴油机。工作循环不断地重复，柴油机不停地运转，这便是单缸的工作过程，其具体工作过程的工况如表 1-1 所示。

表 1-1 四冲程柴油机每个冲程的工况

| 冲程名称 | 曲轴转角        | 活塞运动<br>向下止点<br>向上止点 | 气门工作状态 |     | 汽缸   |                                      |                                      | 曲轴动力  |
|------|-------------|----------------------|--------|-----|------|--------------------------------------|--------------------------------------|-------|
|      |             |                      | 进气门    | 排气门 | 容积   | 压力/kPa                               | 温度/℃                                 |       |
| 进气   | 0 ~ 180°    | 向下止点                 | 开      | 关   | 由小变大 | 进气终了<br>78 ~ 93                      | 进气终了<br>50 ~ 70                      | 飞轮惯性力 |
| 压缩   | 180° ~ 360° | 向上止点                 | 关      | 关   | 由大变小 | 压缩终了<br>2940 ~ 4900                  | 压缩终了<br>500 ~ 700                    | 飞轮惯性力 |
| 作功   | 360° ~ 540° | 向下止点                 | 关      | 关   | 由小变大 | 开始<br>5900 ~ 8800<br>终了<br>290 ~ 580 | 开始<br>1500 ~ 2000<br>终了<br>400 ~ 800 | 气体压力  |
| 排气   | 540° ~ 720° | 向上止点                 | 关      | 开   | 由大变小 | 排气终了<br>103 ~ 123                    | 排气终了<br>300 ~ 500                    | 飞轮惯性力 |

由表 1-1 可以看出, 柴油机只有作功冲程产生动力, 其他三个冲程是靠作功冲程储存在飞轮中的能量, 即靠飞轮的转动惯性力来完成, 因此单缸柴油机工作是不稳定的, 曲轴的转速时快时慢, 为了改善曲轴转动的不均匀性, 单缸柴油机必须装有较大的飞轮。

多缸柴油机各缸的工况, 如表 1-2 至表 1-6 所示。

表 1-2 两缸曲柄夹角  $360^\circ$  各缸工况

| 各缸工况<br>曲轴转角               | 第一缸 | 第二缸 |
|----------------------------|-----|-----|
| $0 \sim 180^\circ$         | 作功  | 进气  |
| $180^\circ \sim 360^\circ$ | 排气  | 压缩  |
| $360^\circ \sim 540^\circ$ | 进气  | 作功  |
| $540^\circ \sim 720^\circ$ | 压缩  | 排气  |

表 1-3 两缸曲柄夹角  $180^\circ$  各缸工况

| 各缸工况<br>曲轴转角               | 第一缸 | 第二缸     |
|----------------------------|-----|---------|
| $0 \sim 180^\circ$         | 作功  | 排气 (压缩) |
| $180^\circ \sim 360^\circ$ | 排气  | 进气 (作功) |
| $360^\circ \sim 540^\circ$ | 进气  | 压缩 (排气) |
| $540^\circ \sim 720^\circ$ | 压缩  | 作功 (进气) |

表 1-4 四缸四冲程工作顺序柴油机各缸工况

| 各缸工况<br>曲轴转角               | 第一缸 | 第二缸 | 第三缸 | 第四缸 |
|----------------------------|-----|-----|-----|-----|
| $0 \sim 180^\circ$         | 作功  | 排气  | 压缩  | 进气  |
| $180^\circ \sim 360^\circ$ | 排气  | 进气  | 作功  | 压缩  |
| $360^\circ \sim 540^\circ$ | 进气  | 压缩  | 排气  | 作功  |
| $540^\circ \sim 720^\circ$ | 压缩  | 作功  | 进气  | 排气  |

表 1-5 四缸四冲程工作顺序 1-2-4-3 柴油机各缸工况

| 曲轴转角 \ 各缸工况 | 第一缸 | 第二缸 | 第三缸 | 第四缸 |
|-------------|-----|-----|-----|-----|
| 0 ~ 180°    | 作功  | 压缩  | 排气  | 进气  |
| 180° ~ 360° | 排气  | 作功  | 进气  | 压缩  |
| 360° ~ 540° | 进气  | 排气  | 压缩  | 作功  |
| 540° ~ 720° | 压缩  | 进气  | 作功  | 排气  |

表 1-6 六缸四冲程工作顺序 1-5-3-6-2-4 柴油机各缸工况

| 曲轴转角 \ 各缸工况 | 第一缸 | 第二缸 | 第三缸 | 第四缸 | 第五缸 | 第六缸 |
|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 0 ~ 60°     | 作功  | 排气  | 进气  | 作功  | 压缩  | 进气  |
| 60° ~ 120°  |     |     | 压缩  | 排气  |     |     |
| 120° ~ 180° | 排气  | 进气  | 压缩  | 排气  | 作功  | 压缩  |
| 180° ~ 240° |     |     | 作功  | 进气  |     |     |
| 240° ~ 300° | 进气  | 压缩  | 作功  | 进气  | 排气  | 作功  |
| 300° ~ 360° |     |     | 排气  | 压缩  |     |     |
| 360° ~ 420° | 压缩  | 作功  | 排气  | 作功  | 进气  | 排气  |
| 420° ~ 480° |     |     | 进气  | 压缩  |     |     |
| 480° ~ 540° | 排气  | 进气  | 压缩  | 排气  | 作功  | 压缩  |
| 540° ~ 600° |     |     | 作功  | 进气  |     |     |
| 600° ~ 660° | 作功  | 排气  | 作功  | 作功  | 压缩  | 进气  |
| 660° ~ 720° |     |     | 进气  | 作功  |     |     |

注：对于六缸四冲程柴油机，曲柄夹角互为 120°，可有多种工作顺序，但目前多采用 1-5-3-6-2-4。