


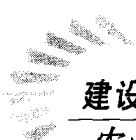
建设社会主义新农村书系  
农业工程与农业机械篇

# 小型柴油机 使用与维修

李问盈 籍国宝 编著



 中国农业出版社  
农村读物出版社



建设社会主义新农村书系  
农业工程与农业机械篇

# 小型柴油机使用与维修

李冲盈 籍国星 编

江苏工业学院图书馆  
藏书章

中国农业出版社  
农村读物出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

小型柴油机使用与维修 / 李问盈, 籍国宝编著. —北京: 中国农业出版社, 2006. 6

(建设社会主义新农村书系)

ISBN 7-109-10954-2

I. 小... II. ①李...②籍... III. ①柴油机-使用  
②柴油机-维修 IV. TK42

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 046886 号

中国农业出版社  
农村读物出版社  
出版  
(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)  
(邮政编码 100026)  
出版人: 傅玉祥  
责任编辑 王 凯 段丽君

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行  
2006 年 6 月第 1 版 2006 年 6 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/32 印张: 8.125

字数: 176 千字

定价: 9.10 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

## 出版说明

党的十六届五中全会明确提出了建设社会主义新农村的重大历史任务，2006年中央1号文件又把推进社会主义新农村建设作为当前和今后一个时期党和政府的中心工作。按照生产发展、生活宽裕、乡风文明、村容整洁、管理民主的要求，中国农业出版社本着为“三农”服务的办社宗旨，及时策划推出了《建设社会主义新农村书系》。

中宣部、新闻出版总署、农业部和 中国版协十分重视本套书系的出版工作，给予了大力支持和精心指导。本书系旨在服务“三农”上有所创新，以促进农民增收为出发点，以促进农村和谐社会建设为落脚点，真正做到贴近农业生产实际、贴近农村工作实际、贴近农民需求实际，让广大农民、农技人员和乡村干部看得懂、学得会、买得起、用得上。

本套书系紧紧围绕建设社会主义新农村的内涵，在内容上，分农业生产新技术、新型农民培训、乡村民主管理、农村政策法律、农村能源环境、农业基础建设、小康家园建设、乡村文化生活、农村卫生保健、

乡村幼儿教育等板块；在出版形式上，将手册式、问答式、图说式与挂图、光盘相结合；在运作方式上，按社会主义新农村发展的阶段性，分期分批实施；在读者对象上，依据广大农村读者的文化水平和阅读习惯，分别推出适合广大农民、农技人员和乡村干部三个层次的读本。整套书系内容通俗易懂，图文并茂，突出科学性、针对性、实用性和趣味性，力求用新技术、新内容、新形式，开拓服务的新境界。

我们希望该套书系的出版，能够提高广大农民的科技素质，加快农业科技的推广普及，提高农业科技的到位率和入户率，为农业发展、农民增收、农村社会进步提供有力的智力支持和精神动力，为社会主义新农村建设注入新的生机与活力。

中国农业出版社

2006年5月

# 前 言

随着我国全面推进社会主义新农村建设，农用机械必将得到全面推广。小型柴油机是我国农村的主要动力机械，除安装在小型拖拉机、三轮农用运输车上外，还广泛用于农村的其他领域作为固定动力使用，如排灌、粉碎和农副产品加工等。小型柴油机具有结构简单、使用维护方便和价格便宜等特点，在农村的经济生活中发挥着很大的作用。

小型柴油机的使用现状却不容乐观。由于许多使用者对小型柴油机的构造、使用和维修知识掌握不够，使用操作不当、维护保养失时，小型柴油机的技术状态普遍较差，存在着功率下降、故障多和修理率高等问题，影响着小型柴油机效率的充分发挥。针对小型柴油机在使用中存在的问题，特编写了《小型柴油机使用与维修》一书。

本书系统地阐述了小型柴油机构造和工作原理，正确使用和保养，故障排除与维修等方面的知识。在编写中，充分考虑了广大小型柴油机使用者的知识现状和文化水平，尽量做到深入浅出，简明易懂，图文

并茂，并力求达到科学性、实用性、普及性和通俗性的统一。本书既可作为小型柴油机使用者自学提高的普及读物，也可作为使用者在故障诊断排除、维护修理方面的指南。

由于编著者水平有限，书中疏漏和错误之处在所难免，欢迎读者批评指正。

编著者

# 目 录

出版说明	1
前言	2
一、小型柴油机简介	1
(一) 小型柴油机的基本构造	2
(二) 小型柴油机的基本工作原理与工作过程	6
(三) 柴油机的主要性能指标及型号编制规则	9
二、小型柴油机的构造	14
(一) 曲柄连杆机构	14
(二) 进、排气装置和配气机构	50
(三) 柴油供给系与调速器	69
(四) 润滑系	95
(五) 冷却系	108
(六) 启动装置	116
三、小型柴油机的选购、试运转、保养及油料使用	122
(一) 小型柴油机的选购	122
(二) 小型柴油机的磨合试运转	124
(三) 小型柴油机的技术保养	128



(四) 小型柴油机的封存 .....	136
(五) 油料的使用与保管 .....	138
<b>四、小型柴油机常见故障的排除 .....</b>	<b>147</b>
(一) 柴油机技术状态恶化的原因及故障的 表现形态 .....	147
(二) 故障诊断及其原则 .....	150
(三) 柴油机系统故障与排除 .....	154
(四) 柴油机整机常见故障与排除 .....	179
(五) 故障诊断与排除中应注意的问题 .....	190
<b>五、小型柴油机的修理 .....</b>	<b>192</b>
(一) 正确拆卸 .....	192
(二) 正确的装配 .....	194
(三) 主要连接件的拆卸 .....	196
(四) 主要连接件的装配 .....	202
(五) 修理中使用的工具和量具 .....	208
(六) 机体与曲柄连杆机构 (零件) 的鉴定 和修理 .....	220
(七) 配气机构 (零件) 的鉴定和修理 .....	234
(八) 燃油供给系 (零件) 的鉴定和修理 .....	238
(九) 整机的修理 .....	243

## 一、小型柴油机简介

把某种形式的能转变为机械能的机器称为发动机。因能源不同发动机可分为热力发动机、风力发动机和水力发动机等。柴油机和汽油机是热力发动机。柴油机是将柴油（燃料）燃烧所产生的热能转变为机械能的装置。因柴油直接在柴油机内部（汽缸内）燃烧，所以又称内燃机。由于内燃发动机（简称发动机）的种类很多，为了表示不同发动机在构造和工作上的特点，常用以下方法分类：

按汽缸数可分为单缸和多缸发动机；

按汽缸布置型式可分为立式和卧式发动机；

按完成一个工作循环所需的冲程数可分为二冲程和四冲程发动机；

按曲轴转速的高低可分为高速、中速和低速发动机；

按所用燃油可分为汽油发动机和柴油发动机等。

汽油发动机（简称汽油机）用易于挥发的汽油作为燃油。在一般汽油机中，空气和汽油是在汽缸外部的化油器里形成混合气，进入汽缸后，经过压缩，温度升高，然后用电火花把混合气点燃，利用气体膨胀所产生的压力推动活塞运动，以对外输出动力。所以汽油机也叫点燃式发动机。

柴油发动机（简称柴油机）用不易挥发的柴油作为燃油。在柴油机中，新鲜空气首先进入汽缸，经过强烈的压缩，空气温度急剧升高后，压力很高的柴油及时地喷射到燃

烧室内，与高温空气混合，并自行着火燃烧。故柴油机又叫压燃式发动机。

农村使用的小型柴油机是单缸四冲程柴油机。单缸指的是柴油机的汽缸数为1个；四冲程指的是柴油机曲轴要转2圈完成1个工作循环，即进气、压缩、做功、排气4个冲程。单缸柴油机结构简单，耗油量少，且运行费用低廉。所以，在小拖拉机、三轮农用运输车以及排灌、农副产品加工中被普遍使用。

### （一）小型柴油机的基本构造

**1. 常用名词术语** 为了便于了解柴油机的构造和工作原理，对几个名词术语加以解释。

（1）力 凡能使物体获得加速度或者发生变形作用的都称为力，如拉力、压力、重力、电场力、摩擦力等。力的三要素是指力的大小、方向和作用点。力的旧单位为千克力(kgf)，在国际单位制中为牛顿，简称牛(N)。1千克力= $9.8 \times 10^3$ 牛或1千克力=9.8千牛(kN)。

（2）压力或压强 垂直作用在物体单位面积上的力。旧的单位是千克力/厘米<sup>2</sup>(kgf/cm<sup>2</sup>)，国际单位是帕(Pa)、千帕(kPa)或兆帕(MPa)。1千克力/厘米<sup>2</sup>= $9.8 \times 10^4$ 帕。平原地面上的大气压力近似等于1千克力/厘米<sup>2</sup>= $1 \times 10^5$ 帕= $1 \times 10^2$ 千帕=0.1兆帕。

（3）温度 表明物体冷热程度的物理量。常用温度计进行测量。温标是温度的标尺。常用的温标是摄氏温标。摄氏温标的符号为t，温度的单位是摄氏度，代号是℃。水的结冰点定为0℃，沸点定为100℃。在国际单位制中热力学温标（又称绝对温标或开氏温标）的符号为T，它的单位是

开，代号为 K。它与摄氏温标的关系为： $T = (t + 273.15\text{K})$ 。所以用开氏温标表示时，水的结冰点为 273.15 开，水的沸点为 373.15 开。

(4) 气体的体积、压力、温度之间的关系 气体为物质存在的基本形态之一，没有固定的形状和体积，能充满任何容积的空间。气体的体积是描述气体分子活动的空间。它的体积和其所在容器的容积在量值上是相同的。气体的压力（压强）是气体作用于容器壁单位面积上的力。

在密闭容器中的一定量的气体，若使密闭容器的体积缩小，则密闭容器中的气体受到压缩，气体的压力和温度就会增高；反之，气体就会膨胀，气体的压力和温度将减小。一定量的气体在密闭容器中，若密闭容器的体积不变，只使其温度升高，则气体的压力随之增大；温度降低，则压力减小。

(5) 惯性 反映物体具有保持原有运动状态的性质。当物体不受外力作用时，原来静止的物体保持静止，原来匀速运动的物体，保持匀速运动。惯性的大小是用质量大小度量的。质量大的物体惯性大；质量小的物体惯性小。在同样的外力作用下，惯性较大的物体，运动状态较难改变，因而所得到的加速度就较小。如两个质量不同的飞轮，以同样的转速转动时，使质量较大的飞轮停止转动要比使质量轻的飞轮停止转动困难些。惯性是物体的固有属性。前进中的车辆骤然停止时，车内乘客觉得自己受到一个力，使其向前倒去，这个力就是惯性力。

(6) 功 描述物体能量变化多少的物理量。它是由两个因素决定的，一个是作用力，另一个是物体在力的方向上发生的位移。力对物体所作的功 ( $W$ )，等于力 ( $F$ ) 的大小、

力的作用点的位移 ( $s$ )、力和位移的夹角 ( $\alpha$ ) 的余弦 ( $\cos\alpha$ ) 的乘积, 即  $W = F_s \cos\alpha$ 。例如, 从 5 米深的井中提上一桶水, 水的质量为 10 千克, 所需的力为 10 千克力。由于力的方向与位移的方向一致, 即夹角  $\alpha = 0$ ,  $\cos\alpha = 1$ , 则所作的功  $W$  为  $10 \times 5 = 50$  千克力·米 ( $\text{kgf} \cdot \text{m}$ ), 或 490.325 焦耳 (J), 或 0.136 2 瓦·时 ( $\text{W} \cdot \text{h}$ )。功的单位, 过去常用  $\text{kgf} \cdot \text{m}$ , 在国际单位制中为  $\text{W} \cdot \text{h}$  或 J。1  $\text{kgf} \cdot \text{m} = 9.8065 \text{J}$ , 1  $\text{W} \cdot \text{h} = 3600 \text{J}$ 。

(7) 功率 描述做功快慢的物理量。用单位时间内所作的功表示。过去用的单位是  $\text{kgf} \cdot \text{m/s}$  (千克力·米/秒) 和马力。1 马力 =  $75 \text{kgf} \cdot \text{m/s}$ 。在国际单位制中, 功率的单位是瓦 (W) 或千瓦 (kW)。1 马力 = 735.498 瓦 = 0.735 498 千瓦。1 千瓦 = 1.359 6 马力, 如 S195 型柴油机的功率为 12 马力, 约合 8.8 千瓦。

(8) 扭矩 (力矩) 描述使物体转动的力量。扭矩的大小等于力和力臂的乘积 (力臂是从转轴到力的作用线的垂直距离)。力矩愈大, 使物体转动状态发生改变的效果就愈明显。例如用手推门, 如果用的力大小一样, 则手 (力的作用点) 离转轴较远且方向垂直于门时, 绕门轴线的力矩较大, 因而门易被推开。柴油机的有效扭矩就是柴油机曲轴输出的扭矩。过去用的单位为  $\text{kgf} \cdot \text{m}$ , 在国际单位制中为牛·米 ( $\text{N} \cdot \text{m}$ ), 1  $\text{kgf} \cdot \text{m} = 9.806 \text{N} \cdot \text{m}$ 。

**2. 柴油机的一般结构** 柴油机的功用是将柴油在汽缸中燃烧放出的热能转变为机械能。为实现此目的, 它需要有相应的机构及其零部件。

图 1-1 所示即为单缸四冲程柴油机的一般构造。

汽缸 5 固定安装在机体上, 活塞 6 装在汽缸 5 中, 并通

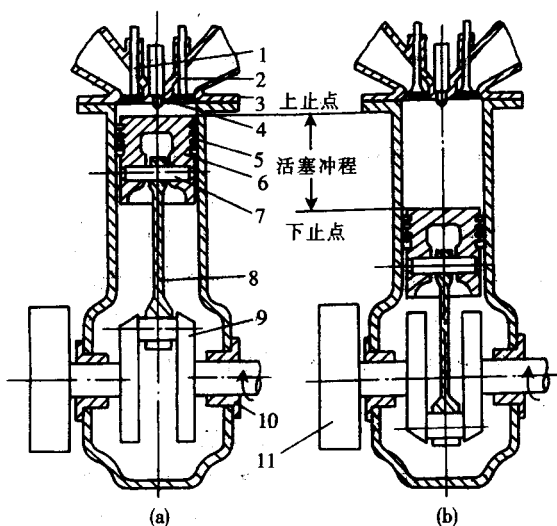


图 1-1 单缸四冲程柴油机简图

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

过活塞销 7、连杆 8 与曲轴 9 相连，曲轴 9 通过曲轴轴承 10 安装在机体上，其一端装有飞轮 11。汽缸上面用汽缸盖 3 封闭，汽缸盖 3 上装有进气门 2 和排气门 1，由配气机构保证它们按时开闭。汽缸盖上还装有喷油器 4，靠供油系统，使之定时定量向汽缸内喷油。

活塞沿汽缸中心线作往复运动。若汽缸垂直安置，则活塞垂直上下移动，称为立式柴油机；若汽缸水平放置，则活塞水平移动，称为卧式柴油机。

活塞在汽缸中往复运动 1 次，可通过连杆推动曲轴转 1 圈。当活塞运动到距曲轴轴心线最远处时（图 1-1a），活

塞顶端在汽缸中的位置称为“上止点”；当活塞运动到距曲轴轴线最近处（图 1-1b）时，活塞顶端在汽缸中的位置叫“下止点”。冲程（又称行程）就是上、下止点之间的距离。活塞在汽缸内每运动 1 个冲程，曲轴相应转半圈。

当活塞位于上止点时，活塞顶以上（包括活塞顶部的凹坑）和汽缸盖底部（包括汽缸盖内部的副燃烧室）之间所构成的空间称为燃烧室，其容积称为燃烧室容积。活塞位于下止点时，活塞上部所有密封容积称为汽缸总容积。汽缸总容积与燃烧室容积的比值，叫做压缩比，即

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

压缩比表示汽缸内气体被压缩的程度，压缩比越大，气体在汽缸中被压缩得就越厉害，压缩终了气体的温度和压力就越高。柴油机的压缩比一般在 16~22 之间。

活塞从上止点移到下止点时所扫过的容积称工作容积，也叫活塞排量。其值等于活塞顶面积与行程的乘积。

## （二）小型柴油机的基本工作原理与工作过程

柴油机的基本工作原理，就是把燃油（柴油）燃烧产生的热能转变为曲轴的转动而向外作功。下面对照图 1-2，具体说明它的工作过程。

1. 进气冲程（图 1-2a） 靠曲轴旋转的带动，活塞由上止点向下止点运动。这时由配气机构使进气门打开，排气门关闭。随着活塞的移动，汽缸内容积逐渐加大，造成真空吸力，新鲜空气不断地从进气门被吸入汽缸。活塞到达下止点时，进气冲程结束，进气门随之被关闭。此时汽缸内的气体压力为 78.5~88.2 千帕（0.8~0.9 千克力/厘米<sup>2</sup>，温度

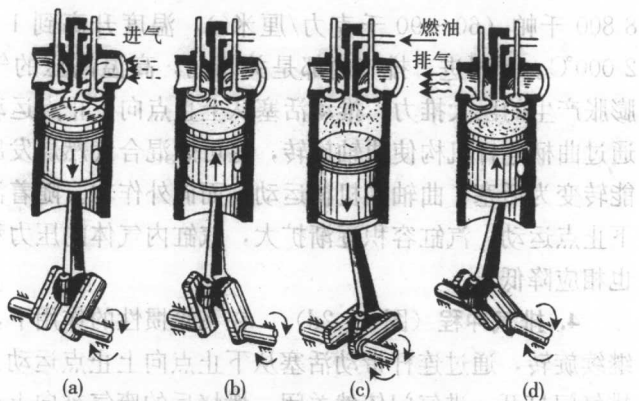


图 1-2 单缸四冲程柴油机的工作过程

(a) 进气 (b) 压缩 (c) 作功 (d) 排气

为  $50\sim 70^{\circ}\text{C}$ 。对进气冲程的要求是进气要充分，进气量越多越好，即充气系数大。

**2. 压缩冲程** (图 1-2b) 曲轴继续旋转，带动活塞由下止点向上止点运动。这时，进、排气门都关闭，汽缸内的空气逐渐被压缩，压力和温度不断升高。柴油机一般都具有较大的压缩比，压缩终了时，汽缸中的压力可达  $2\ 940\sim 4\ 900$  千帕 ( $30\sim 50$  千克力/厘米<sup>2</sup>)，温度可达  $500\sim 600^{\circ}\text{C}$  (比柴油的自燃温度高  $200\sim 300^{\circ}\text{C}$ )。对压缩冲程的要求是气门关闭要严，汽缸和活塞之间密封性要好，不漏气。

**3. 作功冲程** (燃烧膨胀冲程，见图 1-2c) 当压缩冲程接近终了时，喷油器将柴油以细小的油雾状喷入汽缸。这些油雾在高温下很快蒸发，与汽缸中的空气混合成为可燃混合气。经过很短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，放出大量热量，使汽缸内气体的温度和压力急剧上升，其最高压力可达  $5\ 900\sim$



8 800 千帕 (60~90 千克力/厘米<sup>2</sup>), 温度升高到 1 700~2 000℃。此时进、排气门都是关闭的, 高温高压的气体因膨胀产生的巨大推力, 推动活塞从上止点向下止点运动, 再通过曲柄连杆机构使曲轴旋转, 将可燃混合气燃烧发出的热能转变为活塞、曲轴的机械运动, 而向外作功。随着活塞向下止点运动, 汽缸容积逐渐扩大, 汽缸内气体的压力和温度也相应降低。

**4. 排气冲程** (图 1-2d) 在飞轮惯性的作用下, 曲轴继续旋转, 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, 燃烧后的废气被向上运动的活塞驱赶, 从排气门排出。对排气冲程的要求是排气要干净, 留在汽缸内的废气越少越好。

排气冲程结束, 即活塞到达上止点后, 曲轴继续旋转, 活塞又开始从上止点向下止点运动, 开始下一个进气冲程。柴油机每进行 1 次进气—压缩—作功—排气的过程, 叫做一个工作循环。在这个循环中, 曲轴转了 2 圈, 经历了 4 个冲程, 所以称这种柴油机为四冲程柴油机。

在 1 个工作循环中, 曲轴转了 2 圈, 经历了 4 个冲程, 而只有 1 个 (作功) 冲程是由活塞带动曲轴旋转来作功的。其他 3 个冲程都是为作功作准备的, 需要由曲轴带动活塞运动。那么, 在不作功的 3 个冲程中, 曲轴的动力又从何而来呢? 原来, 在曲轴一端装有 1 个飞轮, 在作功冲程, 膨胀的气体通过连杆使曲轴加速旋转, 飞轮随之也加速旋转, 会产生一定的转动惯量。在非作功的 3 个冲程中, 活塞就是由曲轴和飞轮的转动惯量带动的。

单缸柴油机的曲轴转 2 圈只有半圈作功, 所以会产生较大的震动, 曲轴旋转也不平衡。而多缸柴油机, 则可通过正