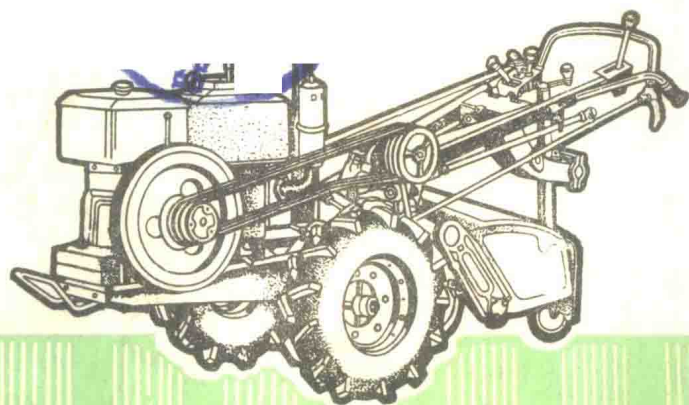


手扶拖拉机

结构原理和使用维修

浙江农业大学农机系拖拉机教研组编



工农知识青年自学读物

《农业机械化丛书》

手扶拖拉机结构原理和使用维修

浙江农业大学农机系拖拉机教研组编

*

人民教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

人民教育出版社印刷厂印装

*

1974年12月第1版 1975年4月第1次印刷

书号 15012·05 定价 0.54元

前 言

在伟大领袖毛主席关于“农业的根本出路在于机械化”的光辉指示指引下，在无产阶级文化大革命取得伟大胜利和批林批孔运动普及、深入、持久地开展的大好形势下，我国农业机械化事业出现了生气勃勃、欣欣向荣的新气象。手扶拖拉机业已遍及全国农村，数量越来越多。广大上山下乡知识青年，在各级党组织的领导下，在贫下中农的再教育下，不断茁壮成长，越来越成为农村社会主义革命和社会主义建设的一支积极活跃的力量。为了帮助上山下乡知识青年更好地掌握有关手扶拖拉机的理论和技术，使他们为加速实现我国农业机械化作出较大的贡献，我们编写了《手扶拖拉机结构原理与使用维修》一书，供广大上山下乡知识青年自学，还可供手扶拖拉机的修理工、机务人员、短训班以及中学专业班参考。

本书以工农-11型、工农-12型、东风-12型作为典型样机，详细讲述手扶拖拉机的发动机、底盘和使用维修，还附有上述机型的技术数据。本书从农村使用 and 维修手扶拖拉机的实际需要出发，力求用通俗易懂的语言，主要讲手扶拖拉机的结构和工作原理，以便使读者能够科学地使用和保养，准确地分析和排除故障，并掌握初步的检修技术。

在编写的过程中，我们访问了上海、北京、常州、杭州等地的手扶拖拉机厂，以及一些农机厂、机电站、农场、生产队、大学、中学等单位，得到了工人、贫下中农、干部、机务人员和革命师生的大力支

持和热情帮助,他们对本书提出了很多宝贵的意见,在此一并表示感谢。

由于我们学习马列主义和毛泽东思想不够,调查研究也还比较少,加上业务水平有限,书中难免还有缺点,恳切希望广大读者批评指正。

浙江农业大学农机系

拖拉机教研组

1974年12月

毛主席语录

备战、备荒、为人民。

农业的根本出路在于机械化

一切可以到农村中去工作的这样的知识分子，应当高兴地到那里去。农村是一个广阔的天地，在那里是可以大有作为的。

目 录

前 言	(1)
-----	-------

第一篇 手扶拖拉机的发动机

第一章 四冲程柴油机的工作原理	(1)
第一节 发动机的基本概念	(1)
第二节 四冲程柴油机的工作原理	(3)
第三节 发动机的热平衡和指标	(6)
第二章 曲柄连杆机构	(9)
第一节 机体组	(9)
第二节 活塞连杆组	(12)
第三节 曲轴飞轮组	(19)
第四节 平衡机构	(21)
第三章 配气机构	(25)
第一节 配气机构的功用和工作过程	(25)
第二节 配气机构的结构原理	(26)
第三节 配气相位	(30)
第四节 气门间隙及其调整	(31)
第五节 减压机构的调整	(33)
第四章 柴油机供给系	(35)
第一节 供给系的功用和组成	(35)
第二节 低压油路	(36)
第三节 高压油路	(37)
第四节 进气和排气管路	(48)
第五节 柴油机的燃烧和燃烧室	(50)
第六节 调速器	(58)
第五章 润滑系	(71)
第一节 润滑与润滑系	(71)
第二节 润滑系的组成	(73)

第六章	冷却系	(79)
第一节	冷却与冷却系	(79)
第二节	热流式冷却系	(81)

第二篇 手扶拖拉机的底盘

第七章	动力传动系	(83)
第一节	皮带传动装置	(84)
第二节	离合器	(85)
第三节	制动器	(88)
第四节	传动箱	(92)
第五节	变速箱	(93)
第六节	最终传动	(99)
第七节	变速箱操纵机构及锁定装置	(100)
第八节	旋耕传动装置	(105)
第八章	转向行走机构	(107)
第一节	转向机构	(107)
第二节	行走机构	(109)
第九章	附属设备	(115)
第一节	发动机机架及操纵架	(115)
第二节	拖拉机配重、牵引装置及动力输出	(116)
第三节	发电机	(117)
第十章	拖拉机行走基本原理	(120)
第一节	拖拉机的功率平衡	(120)
第二节	拖拉机的传动效率	(120)
第三节	附着力与打滑	(121)
第四节	拖拉机的滚动阻力	(123)
第五节	拖拉机的上坡阻力及惯性力	(125)

第三篇 手扶拖拉机的使用和维修

第十一章	拖拉机的验收和磨合	(127)
第一节	拖拉机的验收	(127)
第二节	拖拉机的磨合	(128)

第十二章 拖拉机的使用	(131)
第一节 拖拉机的起动和驾驶	(131)
第二节 拖拉机的田间操作	(135)
第三节 拖拉机的综合利用	(145)
第十三章 拖拉机的保养	(147)
第一节 保养的重要性	(147)
第二节 技术保养周期和内容	(147)
第三节 拖拉机的封存	(152)
第十四章 拖拉机的故障及其排除	(153)
第一节 故障的特征及分析方法	(153)
第二节 发动机的故障分析与排除	(156)
第三节 底盘的故障分析与排除	(166)
第四节 电气设备的故障与排除	(168)
第十五章 拖拉机的检修	(169)
第一节 曲柄连杆机构的检修	(169)
第二节 配气机构的检修	(179)
第三节 燃油系的检修	(183)
第四节 离合器和变速箱的检修	(186)
第十六章 油料的使用和管理	(189)
第一节 拖拉机常用的油料	(189)
第二节 油料的清洁和使用	(192)
第三节 油料的管理	(193)

附录: 手扶拖拉机的技术数据

工农-11 型手扶拖拉机	(197)
工农-12 型手扶拖拉机	(204)
东风-12 型手扶拖拉机	(211)

第一篇 手扶拖拉机的发动机

伟大领袖毛主席教导我们：“人们要想得到工作的胜利即得到预想的结果，一定要使自己的思想合于客观外界的规律性”。我们要想正确地使用、保养、维护和检修好手扶拖拉机，就必须在实际使用和维修的基础上，掌握它的结构原理，了解它的工作规律性。

我国各地生产的手扶拖拉机种类很多，各有特点，但是总可以分为发动机和底盘两大部分。这一篇，先讲手扶拖拉机的发动机。

第一章 四冲程柴油机的工作原理

第一节 发动机的基本概念

凡是把某种形式的能转变为机械能的机器都叫做发动机。如利用电能的叫电动机；利用风力的叫风力发动机；利用热能的叫热力发动机并简称为热机。燃料在气缸外部燃烧的热机叫外燃机，如蒸汽机；燃料在气缸内部燃烧的热机叫内燃机。内燃机中，因所用燃料不同，可分为柴油机、汽油机等；因每完成一个循环的冲程数不同，又可分为四冲程和二冲程发动机。此外，因结构布置上不同，还可以加上某些特定的名称。在手扶拖拉机上，大多数采用单缸、卧式、水冷、四冲程柴油机。

图 1-1 是四冲程柴油机示意图。活塞在圆筒形的气缸内作往复直线运动, 连杆连接活塞和曲轴, 曲轴作旋转运动。在气缸顶部有进气门、排气门和喷油嘴。

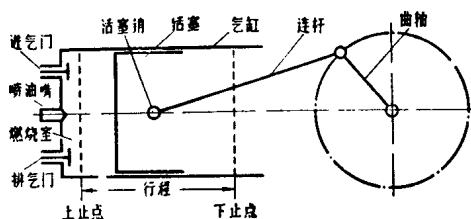


图 1-1 四冲程柴油机示意图

上止点——活塞离曲轴中心最远时, 活塞顶的位置。

下止点——活塞离曲轴中心最近时, 活塞顶的位置。

活塞行程——上止点和下止点之间的距离叫活塞行程, 通常用 S 表示。活塞每一行程等于曲轴半径的两倍, 并相当于曲轴转过 180° 角。工农—11 型 195—2 发动机的活塞行程 $S=115$ 毫米, 工农—12 型 190W 发动机的活塞行程 $S=100$ 毫米。

气缸直径——表示气缸的大小, 通常作为表示发动机型号的参量, 用 D 表示。如 195 发动机的“195”表示单气缸, $D=95$ 毫米。

燃烧室容积——活塞在上止点时, 活塞顶上方的气缸容积叫燃烧室容积, 通常用 V_c 表示。可参看图 1-2。

气缸工作容积——气缸中上止点和下止点之间的容积叫气缸工作容积, 气缸工作容积就等于活塞排量, 通常用 V_h 表示。

$$V_h = \frac{\pi D^2}{4} \times S \times 10^{-3} (\text{升})$$

190 发动机活塞排量约为 0.636 升。

气缸总容积——活塞在下止点时, 活塞顶上方的气缸容积叫气缸总容积, 通常用 V_a 表示。

$$V_a = V_c + V_h$$

压缩比——表示活塞从下止点运动到上止点，气缸中空气被压缩的程度，通常用 ε 表示。

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

190 发动机 $\varepsilon = 18.5$ 。

第二节 四冲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，将热能转变成机械能。柴油机的工作可分为四个过程：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，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。这四个过程分别称为“进气过程”、“压缩过程”、“作功过程”、“排气过程”。完成四个过程叫做一个工作循环，每一个工作循环，活塞往复各两次，即四个行程。工作循环不断地进行，柴油机就连续运转。为了保证工作循环的进行，柴油机上设有下列主要机构：把热能转变为机械能，并把往复运动变为旋转运动的曲柄连杆机构，吸进新鲜空气和排出废气的配气机构，供给柴油和空气的燃料供给系，保证机构润滑的润滑系，保证发动机在正常温度下工作的冷却系等。

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 就是四冲程柴油机的示功图，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。 $a-b$ 、 $b-c$ 、 $c-d$ 、 $d-a$ 分别是进气过程、压缩过程、作功过程、排气过程中气缸内压力 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

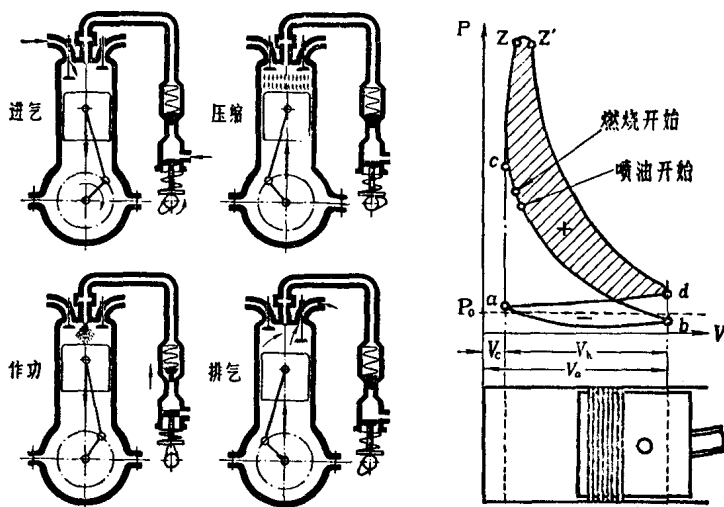


图 1-2 四冲程柴油机工作示意图及示功图

力, 约 1 公斤/厘米²。

进气过程, 如 $a-b$ 曲线所示。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除干净, 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, 约为 0.8—0.9 大气压力。从这条曲线可以看到, 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 。

压缩过程, 如 $b-c$ 曲线所示。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, 新鲜空气就被压缩, 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，柴油机的压缩比数值应当保证柴油的自燃和工作的效率。在压缩过程终点 c ，气缸内的压力达到 30—50 大气压力，温度达到 500—700°C。

作功过程，如 $c-z-z'-d$ 曲线所示。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燃温度（柴油的自燃点约 300—350°C），活塞未到上止点，柴油就开始自燃。这时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 1600~2000°C，压力达 60—90 大气压力。随着活塞向下止点运动，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，当活塞到达下止点 d 时，气缸内温度为 800—1000°C，压力为 3—4 大气压力。从这条曲线可以看到在作功过程开始时，气缸内压力急剧上升， z' 点之后气缸容积增大，燃烧也逐渐完成，气缸内压力也就不断下降。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作功，把燃料的热能转变为机械能，所以叫作功过程。

排气过程，如 $d-a$ 曲线所示。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，废气冲出气缸，而后随活塞向上止点运动，进一步把废气推排出去，直到活塞运动到上止点 a 。因为排气流有阻力，废气不可能排除干净，所以排气终点（也就是下一个工作循环的进气始点）压力略高于大气压力，约为 1.05—1.2 大气压力，温度为 400—600°C。从这条曲线可以看到，在排气过程中，气缸内压力从作功过程终点压力逐渐降低到略高于大气压力。

这样，柴油机完成了一个循环，活塞下、上共四次，曲轴相应转两圈。各个工作过程各有其特性和规律，但又是相互联系和影响

着的，其中只有做功过程推动活塞做功，其它三个过程却要消耗功。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“+”号的是燃烧气体推动活塞所做的功；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，显然要比活塞输出的功小，因为还要克服活塞、连杆、曲轴等的运动摩擦阻力，还要带动油泵、气门等机构。我们应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 发动机的热平衡和指标

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，而大部分则因各种原因耗费掉了。我们为了正确地使用和维修，尽量提高发动机工作效率，就要了解这些柴油的热能是被消耗在哪些方面，尽量减少不必要的损耗。柴油热能的这种分配关系就叫做发动机的热平衡。

$$Q = Q_0 + Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4$$

Q ——喷入气缸的柴油所能产生的总热能 100%

Q_0 ——转变为发动机输出马力的热能 30—40%

Q_1 ——冷却水带走的热能 25—30%

Q_2 ——废气带走的热能 20—25%

Q_3 ——摩擦、振动、带动辅助机构等所消耗的热能 10—20%

Q_4 ——柴油燃烧不完全所损失的热能 2—4%

Q_1 、 Q_2 、 Q_3 、 Q_4 的热损失，或多或少是难以避免的。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_4 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、振动损失大， Q_3 就增大；喷油时间太迟，燃烧时间推迟，废气带走的热量 Q_2 就增大；冷却水温度太低，冷却水带走的热量 Q_1 就增大。热能消耗增加，势必造成马力降低，油耗增大，而且由于在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

反映发动机性能的指标有许多种，在拖拉机说明书上常标有发动机额定转速 n 、发动机额定功率 N_e 、发动机油耗率 g_e 。了解这些指标的含义，对正确的使用、维修和调整是很有必要的。

发动机可以在一定的转速范围和功率范围内工作。在油泵额定供油量下，发动机能够经济、有效、连续可靠工作的转速叫额定转速，在额定转速和额定供油量下发动机的有效功率叫额定功率。例如 195—2 发动机额定转速为 1700 转/分，额定功率为 10 马力；190W 发动机，则分别为 2000 转/分，10 马力。在使用时应该充分发挥发动机的工作能力，但是也不得超负荷和调高转速。

发动机的功率，说明了它作功的能力。另外，我们还应该了解发动机的耗油情况。 G_T 表示发动机工作一个小时的耗油量。为了便于比较柴油机的经济性，常采用油耗率 g_e ，它表示发动机每一个马力工作一个小时的柴油消耗量。

$$g_e = \frac{G_T}{N_e} \times 1000 (\text{克/马力} \times \text{小时})$$

G_T 的单位是公斤/小时。

在发动机说明书上，都标有该发动机的油耗率。例如 190W 发动机为 195 克/马力 $\times$ 小时；195—2 发动机为 200 克/马力 $\times$ 小时。

三、发动机的工作特点

从发动机工作过程中,可以看到它的三个工作特点:

高温。气缸中燃烧时的最高温度可达 2000°C , 超过了一般材料的熔化温度。

高压。气缸中燃烧时的最高压力达 80 个大气压力, 一个 90 毫米直径的活塞会受到 5000 公斤的力。

高速。中、小型柴油机转速一般均在 1700—2200 转/分, 这时活塞运动的平均速度可达 6 米/秒以上。

思考 和 实 践

1. 在拆修手扶拖拉机发动机时, 仔细观察发动机的四个行程。
2. 学习了四冲程柴油机的工作过程, 对于实际使用有何帮助?
3. 柴油机中柴油燃烧的热量是如何分配的? 你在实践中, 哪一种热量损耗比较大? 你采取过什么措施尽量减少这种损耗?
4. 发动机额定转速、额定功率和油耗率有什么实际的意义?
5. 你在实践中, 对发动机工作的主要特点——高温、高压、高速有何体会?

第二章 曲柄连杆机构

曲柄连杆机构是内燃机的重要机构。在作功冲程中, 高温、高压的燃气推动活塞做直线运动, 曲柄连杆机构则把活塞的直线运动变为曲轴的旋转运动。在其他冲程中, 曲轴靠飞轮的惯性旋转, 通过曲柄连杆机构则把曲轴的旋转运动变为活塞的直线运动。曲柄连杆机构既通过飞轮或皮带轮输出动力, 又赖以实现工作循环。

曲柄连杆机构主要由机体组、活塞连杆组、曲轴飞轮组、平衡机构等组成, 这些部件的工作条件具有高温、高压、高速的特点。

第一节 机体组

机体组由气缸体、气缸套、气缸盖等组成。

一、气缸体

气缸体是发动机的基架, 它的内部和外部安装着发动机的主要零部件, 承载大, 形状也较复杂, 一般都用铸铁制成。手扶拖拉机上多用卧式水冷发动机, 各零部件在机体上的布置就要符合卧式的要求。图 2-1 是工农-11 型发动机总体图, 气缸体为卧式, 气缸套也是水平方向安置, 气缸盖安装在气缸体前方, 油箱、水箱安装在机体上方, 机体内装有曲柄连杆机构和配气机构等, 机体侧面装有调速器、正时齿轮和柴油供给系, 机体下方盛放润滑油。图 2-2 是工农-11 型发动机气缸体图。