

农 用 内 燃 机



湖南省农机供应管理站 主编
湖南省农业机械化学校

毛 主 席 语 录

要搞马克思主义，不要搞修正主义；要团结，不要分裂；要光明正大，不要搞阴谋诡计。

路线是个纲，纲举目张。

中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

农业的根本出路在于机械化

编 者 的 话

“农业的根本出路在于机械化”，机电排灌是农业机械化的主要内容之一。我省水田比重大，机电排灌尤其占有重要地位。它历年来发展迅速，在抗旱排涝、夺取农业丰收的斗争中起了很大的作用。

随着形势的发展，加速普及机电排灌知识，已经成了贫下中农的迫切要求。为了作好这一工作，湖南省革命委员会机械工业局委托湖南省农机供应管理站和湖南省农业机械化学学校主持，从衡阳、岳阳、邵阳、郴州等四个地区的农机部门抽调人员，组成编写小组，深入调查研究，编写了《农用内燃机》和《农用水泵》两本小册子，作为各地举办训练班的参考教材，或供机电排灌站的操作和管理人员自学之用。

本书在编写过程中，得到省内有关工厂、机电排灌站等不少单位和有关同志的大力支持和帮助，在此谨致衷心的感谢！

由于我们学习马列著作和毛主席著作不够，业务水平有限，实践经验不多，加之时间仓促，书中一定有不少缺点或错误，热忱欢迎读者批评指正。

编者 1973年8月

目 录

第一章 内燃机基本知识	(1)
第一节 概述.....	(1)
第二节 有关名词解释.....	(3)
第三节 单缸四冲程内燃机的工作过程.....	(5)
第四节 多缸四冲程内燃机的工作过程.....	(8)
一、双缸四冲程内燃机的工作过程.....	(9)
二、四缸四冲程内燃机的工作过程.....	(10)
第二章 曲柄连杆机构	(13)
第一节 机体组.....	(13)
第二节 活塞连杆组.....	(20)
第三节 曲轴飞轮组.....	(30)
第四节 曲柄连杆机构的常见故障.....	(35)
第三章 配气机构	(40)
第一节 配气机构的分类和工作情况.....	(40)
一、顶置式配气机构.....	(40)
二、侧置式配气机构.....	(41)
第二节 气门开闭时间.....	(42)
第三节 配气机构的主要零件.....	(44)
一、气门组.....	(44)

二、传动零件	(47)
三、驱动零件	(49)
第四节 气门间隙的检查和调整	(52)
第五节 减压机构	(54)
一、2105柴油机的减压机构及其调整	(54)
二、190柴油机的自动减压机构及其调整	(55)
第六节 配气机构的常见故障	(58)
第四章 燃料供给系统	(61)
第一节 空气滤清器	(61)
一、190柴油机空气滤清器	(61)
二、165F—1汽油机空气滤清器	(63)
第二节 柴油机燃料供给系统	(64)
一、柴油机混合气的形成和燃烧室	(64)
二、柴油机燃料供给系统的组成	(65)
三、柴油机燃料供给系统的保养	(84)
四、柴油机燃料供给系统的常见故障	(85)
第三节 汽油机燃料供给系统	(88)
一、汽油机混合气的形成	(88)
二、汽油机燃料供给系统的组成	(89)
三、汽油机燃料供给系统的保养和调整	(99)
四、汽油机燃料供给系统的常见故障	(100)
第五章 调速器	(102)
第一节 调速器的功用	(102)
第二节 离心式调速器工作原理	(102)

一、单制式调速器	(103)
二、全制式调速器	(105)
第三节 190柴油机调速器	(106)
第四节 2105柴油机调速器	(109)
第五节 165F—1汽油机调速器	(113)
第六章 润滑系统	(116)
第一节 润滑系统的功用与机油	(116)
第二节 润滑方法及润滑系统的组成	(117)
第三节 润滑系统的主要零部件	(118)
第四节 几种内燃机的润滑油路	(125)
一、190柴油机的润滑油路	(125)
二、2105柴油机的润滑油路	(127)
三、165F—1汽油机的润滑油路	(128)
第五节 润滑系统的保养和零部件的常见故障	(129)
第七章 冷却系统	(131)
第一节 冷却系统的功用及冷却方法	(131)
一、空气冷却	(132)
二、水冷却	(132)
第二节 水冷却系统的主要机件	(135)
第三节 冷却系统的保养和零部件的常见故障	(139)
第八章 汽油机点火系统	(142)
第一节 磁电机	(143)
第二节 火花塞	(151)
第九章 起动方法及电起动设备	(153)

第一节	蓄电池	(154)
第二节	直流发电机	(157)
第三节	调节器简介	(161)
第四节	起动机	(164)
第十章	内燃机的使用、保养和检修	(171)
第一节	常用工具和量具	(171)
第二节	内燃机的磨合	(187)
第三节	内燃机的运行	(189)
一、	柴油机的运行	(189)
二、	汽油机的运行	(191)
第四节	内燃机的技术保养	(192)
第五节	内燃机易损零件的简易检修	(195)
第十一章	内燃机综合性故障的分析	(215)
第一节	柴油机综合性故障的分析	(216)
第二节	汽油机综合性故障的分析	(225)
附录	我省农用内燃机简要技术性能	(228)

第一章 内燃机基本知识

第一节 概 述

内燃机是一种将燃料在气缸内燃烧所产生的热能变为机械功的动力机。在农村中它被广泛采用作拖拉机、抽水机、插秧机、发电机以及农副产品加工机械等的动力。

为了理解燃料在气缸中燃烧的热能是怎样转变为机械功的,这里先举一个日常生活中常见的例子:当我们向热水瓶中灌开水而没有灌满时,塞紧瓶塞后,不一会儿瓶塞就被冲了出来。这是为什么呢?这是因为密闭在热水瓶中的空气被开水加热后,体积膨胀,压力增大,而将瓶塞冲开。这时,我们说,热水瓶中开水的热能转变成推动瓶塞运动的机械功了。

内燃机能发出动力的道理与此相似。它是利用燃料在密闭容积(气缸)内燃烧,使气体受热膨胀所产生的压力工作的。

内燃机的基本构造如图1—1所示。在圆筒形的气缸4中装有活塞3,活塞能保证气缸下部方向的密闭又可沿气缸内壁上下运动。当活塞在最高点时,活塞顶与气缸构成的密闭容积很小。如果我们设法将燃料放进这个密闭容积里燃烧,燃料燃烧的热能就会使容积内的气体温度急剧升高,压力迅速增大,从而推动活塞高速向下运动。机器的下方装有一根几形的轴8,我们叫它曲轴,它的两端装在机壳的轴承上。连杆5将活塞和曲轴连接起

来。这样，当活塞受气体膨胀的压力推动而向下运动时，经连杆的传递就能使曲轴发生转动。于是，燃料燃烧的热能便转变成我们需要的机械功了。

为了使上述工作过程能连续不断地进行下去，就必须将燃料燃烧后的废气排出气缸外并设法吸入新鲜气体。还要适时地向气缸中送入合乎要求的燃料。因此，内燃机中除了上述机构（叫做曲柄连杆机构）

外，还必须设有配气机构和燃料供给系统。此外，为了减少运动零件间的摩擦和防止机器过热，内燃机还附设有润滑系

统和冷却系统；为了解决机器由不动到动的问题和使它转速保持稳定，内燃机又附设有起动系统和调速器。

综上所述，内燃机一般由曲柄连杆机构、配气机构、燃料供给系统和调速器、润滑系统、冷却系统以及起动系统等部分组成。点燃式内燃机（汽油机、煤气机）除了上述组成部分外，还设有专门的点火系统。

内燃机的种类很多。按照不同的出发点，分类方法也有很多种。如按所用燃料不同，分柴油机、汽油机、煤气机等（本

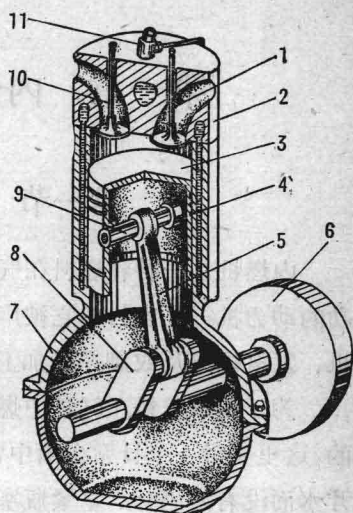


图1—1 内燃机基本构造

- 1.进气门 2.气缸盖 3.活塞 4.气缸
5.连杆 6.飞轮 7.曲轴箱 8.曲轴
9.活塞销 10.排气门 11.喷油嘴（或火花塞）

书根据我省具体情况，只介绍柴油机和汽油机)；按完成一次工作循环所需冲程数不同，分四冲程内燃机和二冲程内燃机；按气缸数目不同，分单缸机、双缸机和多缸机；按气缸布置方式不同，分立式、卧式……；按冷却类型不同，又可分水冷内燃机和风冷内燃机，等等。

农用内燃机的型号一般用气缸数目和气缸直径来表示。如果是二冲程内燃机，在上述两个数字之间加有字母“E”。有时型号的尾部还有表示机器特征的字母（如“F”代表风冷）和变型符号，变型符号用数字顺序表示，与前面符号用短横隔开。如4135柴油机：表示4个缸，气缸直径为135毫米的四冲程水冷柴油机。1E35F汽油机：表示单缸二冲程，气缸直径为35毫米的风冷汽油机。165F—1汽油机：表示气缸直径为65毫米的单缸、四冲程风冷汽油机第一种变型产品。

第二节 有关名词解释

为了便于讨论内燃机的工作过程，我们先解释几个常用的有关名词(参看图1—2)。

上死点和下死点：活塞在气缸中作往复运动的两个极端位置叫死点。活塞离曲轴中心最远的位置叫上死点，又称上止点。活塞离曲轴中心最近的位置叫下死点，又称下止点。

活塞行程：上、下死点之间的距离叫活塞行程，又称冲程。

燃烧室容积：活塞在压缩上死点时，活塞顶与气缸、气缸盖间的容积叫燃烧室容积，又称压缩室容积。

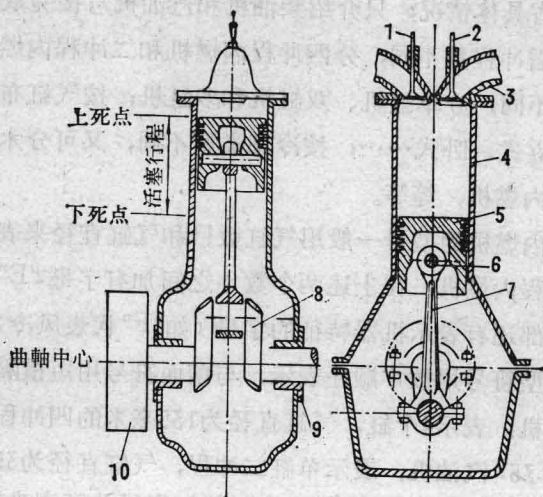


图1—2 内燃机示意图

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

气缸工作容积：上、下死点之间的气缸容积叫气缸工作容积(多缸机各缸工作容积的总和称为内燃机的排量)。

气缸总容积：活塞在下死点时，活塞顶与气缸、气缸盖间的容积叫气缸总容积。它等于燃烧室容积加上气缸工作容积。

压缩比：气缸总容积与燃烧室容积的比值叫压缩比。它表示在压缩冲程中，活塞由下死点走到上死点时，气缸内的气体被压缩的倍数。压缩比越大，压缩终了的气体温度和压力就越高。

工作循环：从新鲜气体进入气缸到工作后废气排出缸外，这个过程叫内燃机的一次工作循环。有的内燃机完成一次工作

循环需要活塞走过四个冲程(曲轴转两圈),这种内燃机叫四冲程内燃机;有的内燃机活塞走过两个冲程(曲轴转一圈)就完成了一次工作循环,这种内燃机叫二冲程内燃机。农用内燃机以四冲程的最为常见。

第三节 单缸四冲程内燃机的工作过程

内燃机每次工作循环都由进气、压缩、燃烧膨胀和排气等过程组成。对于四冲程内燃机来说,这些过程是在活塞四个冲程中完成的。现将它每个冲程的工作情况分述如下:

第一冲程(图1—3甲):这是指从上一循环排气终了时起,曲

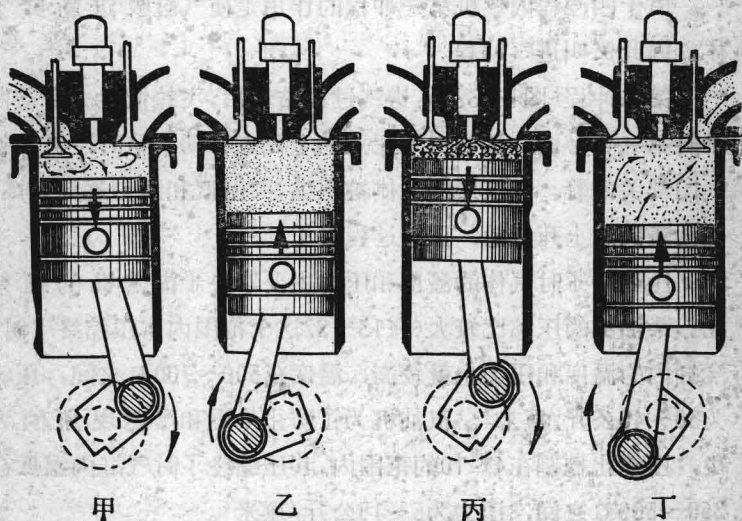


图1—3 单缸四冲程内燃机工作示意图

甲,进气 乙,压缩 丙,燃烧和膨胀 丁,排气

轴在飞轮惯性力带动下转第一个半圈，活塞由上死点向下死点移动。气缸容积随着活塞的向下移动而逐渐增大，气缸中便产生真空吸力，这时进气门打开(排气门关闭)，新鲜空气或可燃混合气被吸入气缸。当活塞到达下死点时，进气门关闭，进气过程结束。

由于上一循环排气终了时，气缸中还有少量没排出的残余废气，进入气缸的气体由于受废气和高温零件的加热，温度约在 $30 \sim 80^{\circ}\text{C}$ 之间。因为进气过程中有阻力，因此，进气终了时，气缸内气体的压力略低于大气压，在 $0.75 \sim 0.9$ 公斤/厘米²之间。

由于四冲程内燃机第一冲程的作用是使气缸吸进新鲜气体，因此又叫进气冲程。

第二冲程(图1—3乙)：进气过程结束后，飞轮惯性力带动曲轴转第二个半圈，活塞由下死点向上死点移动。这时，进、排气门都关闭着，气缸中的气体被压缩，其温度和压力逐渐升高。当活塞到达上死点时，压缩过程终了。

压缩终了时气体的温度和压力主要取决于内燃机的压缩比。柴油机的压缩比较大(在 $13 \sim 22$ 这个范围内)，压缩终了时，气缸内的温度和压力也就较高，温度在 $500 \sim 700^{\circ}\text{C}$ 之间，压力为 $30 \sim 40$ 公斤/厘米²。汽油机为了防止早燃和爆燃现象的发生，压缩比控制在 $4 \sim 10$ 的范围内，其压缩终了时气缸内温度在 $250 \sim 500^{\circ}\text{C}$ 之间，压力为 $5 \sim 15$ 公斤/厘米²。

由于四冲程内燃机第二冲程的作用是使气缸内的气体被压缩，因此又叫压缩冲程。

第三冲程(图1—3丙):压缩终了时,气缸内的温度和压力都很高。在汽油机中,这时火花塞产生的电火花将可燃混合气点燃,混合气迅速燃烧。燃烧放出的热量使气缸内气体的温度和压力急剧升高(温度达 $1800\sim 2300^{\circ}\text{C}$;压力达 $25\sim 50$ 公斤/厘米²)。这时,进、排气门仍保持关闭,高温高压气体迅速膨胀,推动活塞由上死点向下死点移动,使曲轴旋转,对外做功。活塞下移至下死点时,气体膨胀终了,气缸内温度下降至 $1100\sim 1500^{\circ}\text{C}$,压力降低到 $3\sim 6$ 公斤/厘米²左右。

在柴油机中,燃料在压缩终了时通过喷油嘴以雾状喷入燃烧室后,与高温高压空气混合自行着火燃烧,燃烧放出的热量使气缸内气体温度升至 $1700\sim 2000^{\circ}\text{C}$ 左右,压力升至 $60\sim 100$ 公斤/厘米²。与汽油机相仿,高温高压气体迅速膨胀,对外做功。膨胀终了时,气缸内温度在 $800\sim 900^{\circ}\text{C}$ 之间,压力降至 $2.5\sim 3$ 公斤/厘米²。

在第三冲程中,完成了燃料燃烧和气体膨胀的过程。由于四个冲程中,只有这一个冲程是气体向外做功,因此,它又叫做功冲程。

第四冲程(图1—3丁):做功冲程结束后,气缸内充满了燃烧后的废气。这时,排气门打开(进气门仍保持关闭),曲轴在飞轮惯性力的带动下旋转第四个半圈,活塞由下死点向上死点移动,废气经排气门、排气管及消声器排至大气中。排气终了时,气缸内的温度在 $400\sim 700^{\circ}\text{C}$ 之间,压力在 $1.05\sim 1.25$ 公斤/厘米²之间。第四冲程又叫排气冲程。

当活塞再从上死点向下死点移动时,又重新开始了下一循

环的进气冲程。如此周而复始，内燃机就能连续运转。

第四节 多缸四冲程内燃机的工作过程

从上节分析可知：单缸四冲程内燃机四个冲程中只有一个冲程对外作功，其余三个冲程都是辅助冲程。这些辅助冲程是靠作功冲程中贮存在飞轮里的动能来完成的。显然，在作功冲程时，曲轴的转速比其它三个冲程要快得多。为获得曲轴旋转的均匀性，单缸机上都装有较大的飞轮。尽管如此，实际上仍很难得到均匀的转速。同时，机件运动的惯性力还会使机体发生很大的振动。

为了克服这些缺点，较大马力的内燃机普遍做成多缸机。多缸机由于各缸交替作功，可以提高曲轴旋转的均匀性，并可采用较小的飞轮。此外，由于多缸机各曲柄的位置可以错开，使旋转时的惯性力和离心力相互抵消一部分，因而减少了机体在工作中的振动。

多缸机各缸轮流着火的次序叫做工作次序。多缸机的工作次序应尽量避免相邻的气缸接连着火。因为相邻气缸接连着火，会使内燃机机件受力不均匀，而且先着火的气缸所产生的高温还会影响后着火气缸工作的稳定性，在汽油机中则容易引起早燃和爆燃。这样，不但会降低内燃机的功率和经济性，还会缩短机件的使用寿命。相反，避免了相邻气缸接连着火后，内燃机工作的稳定性、机件受力的均匀性都能得到改善。因此，多缸机不是按气缸的排列顺序着火的，如六缸四冲程内燃机的工作次序不是1—2—3—4—5—6，而多为1—5—3—6—2—4。

一、双缸四冲程内燃机的工作过程

双缸四冲程内燃机曲轴的两个曲柄在同一个水平面内，一个向上，一个向下(图1—4)。在曲轴旋转过程中，当第一缸活塞下行时，第二缸活塞则上行；反之，当第一缸活塞上行时，第二缸活塞则下行。这样，两缸曲柄所产生的离心力方向相反，相互抵消，从而减小了机体在工作中的振动。

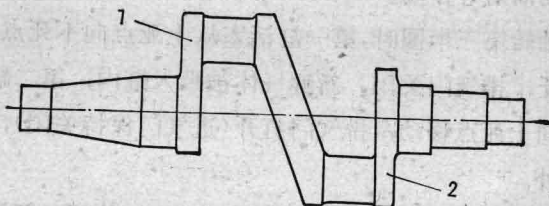


图1—4 双缸四冲程内燃机曲轴示意图

1.一缸曲柄 2.二缸曲柄

在曲轴每转两圈中，各缸的工作循环如表1—1所示。

表1—1 双缸四冲程内燃机工作情况

曲轴旋转角度	气 缸		工作次序
	1	2	
第一半圈(0° — 180°)	作 功	压 缩	1 2 0 0
第二半圈(180° — 360°)	排 气	作 功	
第三半圈(360° — 540°)	进 气	排 气	
第四半圈(540° — 720°)	压 缩	进 气	

曲轴转第一半圈时，第一缸进、排气门保持关闭，燃烧室内燃料燃烧，气体膨胀，推动活塞从上死点向下死点移动，对外作功；第二缸活塞则从下死点向上死点移动，进、排气门均关闭，缸内气体被压缩。

曲轴转第二半圈时，第一缸作功完后，活塞从下死点向上死点移动，排气门打开（进气门保持关闭），废气被排出缸外；第二缸则开始燃料的燃烧和气体的膨胀，推动活塞从上死点向下死点运动而对外作功。

曲轴转第三半圈时，第一缸活塞从上死点向下死点移动，进气门打开，排气门关闭，新鲜气体被吸入缸内；第二缸活塞从下死点向上死点移动，排气门打开（进气门保持关闭），废气被排出缸外。

曲轴转第四半圈时，第一缸进、排气门关闭，活塞从下死点向上死点移动，压缩缸内气体；第二缸活塞从上死点向下死点移动，进气门打开，排气门关闭，新鲜气体被吸入缸内。

上述工作过程周而复始地进行着，使曲轴不停地旋转，维持着内燃机的连续工作。

从表1—1可以看出，双缸四冲程内燃机的工作次序为1—2—0—0。

二、四缸四冲程内燃机的工作过程

图1—5所示，为四缸四冲程内燃机工作示意图。图中可以看出，第一缸和第四缸的曲柄同在一个方向上，第二缸和第三缸的曲柄同在另一个方向上，两个方向互成 180° 夹角。因此，在