

柴油機概論

武漢水運工程學院

1976.5.

目 录

前言	
第一章 柴油机概述	(2)
§ 1 柴油机的主要特点及其在国民经济中的地位	(2)
§ 2 柴油机的构造及有关名词	(2)
§ 3 柴油机的工作原理	(3)
一、单缸四冲程柴油机的工作原理	(3)
二、多缸四冲程内燃机的工作	(5)
三、二冲程柴油机的工作原理	(6)
四、增压柴油机的工作原理	(8)
§ 4 柴油机的主要组成部分	(9)
第二章 动力转换机件	(10)
§ 1 构造原理	(10)
一、气缸体(机体)、气缸、气缸盖和机座	(10)
二、活塞连杆组	(14)
三、曲轴飞轮组	(19)
四、平衡轴	(21)
§ 2 使用维护	(22)
一、检查调整	(22)
二、正确使用	(27)
第三章 配气机构	(32)
§ 1 构造原理	(32)
§ 2 使用维护	(39)
一、检查调整	(39)
二、正确使用	(46)
三、保养要点	(47)
第四章 燃料供给系	(52)
§ 1 构造原理	(52)
§ 2 使用维护	(61)
第五章 润滑与冷却系统	(66)
§ 1 润滑系	(66)
§ 2 冷却系	(67)

第六章 起动系统	(69)
第七章 柴油机的故障排除方法	(69)
(一) 发动机起动困难或不能起动	(69)
(二) 发动机在运行中自行停車或突然停車	(70)
(三) 发动机有杂音或敲击声	(70)
(四) 发动机马力不足, 承受负荷无力	(71)
(五) 发动机运转不稳, 时快时慢或有间断现象	(71)
(六) 排气烟色	(72)
(七) 在某种情况应急速停車	(72)
附 录	
§ 1 公差与配合的基本概念	(73)
一、公差	(73)
二、配合	(74)
§ 2 金属材料与热处理的基本常识	(77)
一、金属材料	(77)
二、钢的热处理基本常识	(78)
§ 3 国产小型柴油机主要装配数据与主要性能参数	(80)
165 型(宜柴)柴油机主要零件配合尺寸及磨耗极限	(80)
湖北 290 型柴油机主要零件配合尺寸及磨耗极限	(82)
长江—12 型 195 型柴油机主要零件配合尺寸及磨耗极限	(85)
新 195 型柴油机主要零件配合尺寸及磨耗极限	(87)
195—2 型柴油主要零件配合尺寸及磨耗极限	(90)
198 柴油 机主要零件配合尺寸及磨耗极限	(92)
1 或 2105 型(南昌)柴油机主要零件配合尺寸及磨耗极限	(94)
3 或 4110 型(錫柴)柴油机主要零件配合尺寸及磨耗极限	(96)
2125 型发动机主要零件配合尺寸及磨耗极限	(98)
4125 型发动机主要零件配合尺寸及磨耗极限	(101)
2 或 4135 型(上柴)柴油机主要零件配合尺寸及磨耗极限	(104)
1140 型(上海、莱阳)柴油机主要零件配合尺寸及磨耗极限	(107)
4160 柴油机主要零件配合尺寸及磨耗极限	(108)

前 言

在党的“全党动员，大办农业，普及大寨县”的伟大战斗号令指引下，各行各业都行动起来，为普及大寨县作出贡献，为一九八〇年全国基本上实现农业机械化而奋斗。教育战线上朵朵教育革命的鲜花竞相开放，崭新的无产阶级教育制度通过各种试验，正在逐步建立和巩固起来。新型的社会主义大学的革命干部、革命师生走出校门，到工厂去，到农村去，到三大革命斗争的风口浪尖去开门办学，进行教育革命。为了适应通过小型柴油机修理的实践环节使学员打下对柴油机感性认识的初步基础；为了给初次从事柴油机使用、维护、修理的同志提供有关资料，我们查阅了一些书籍，汇编了这本《柴油机概论》讲义。

本讲义介绍了柴油机的构造、工作原理、使用、维修等方面的常识。并适当编入一些拆装、修理的有关资料，力求切合我们湖北省各柴油机厂所生产的、本省农村所广泛使用的一些中、小型柴油机的实际，便于查阅。

本讲义介绍的主要对象是小型柴油机、有关中、大型船用柴油机的一些篇章以及小型柴油机电起动方面的有关内容将在《柴油机构造》讲义中详细介绍，这里就不作叙述了。

本讲义分正文和附录两大部分。附录中主要介绍了：公差与配合基本概念；金属材料与热处理基本常识；部分国产小型柴油机的拆装、修理资料及主要性能参数。附录编写主要的是便于自学和查阅有关数据。

本讲义中有一些内容是我们修机实践中曾碰到过的故障问题及点滴不成熟的体会，仅供参考。

由于我们对马列著作、毛主席著作学习不够，水平有限，加之汇编的时间仓促，所以讲义中的错误、缺点一定很多，竭诚希望广大读者提出宝贵意见，以利讲义的修改提高。

第一章 柴油机概述

§ 1 柴油机的主要特点及其在国民经济中的地位

在人类社会几千年的发展过程中，劳动人民在和大自然的斗争中，逐步认识了自然界并利用自然界中蕴藏的各种能量来为人类服务。如风车是利用风的能量来作功的机械；水轮机是利用水流的能量来作功的机械；而柴油机则是利用柴油在柴油机气缸中燃烧时放出的热能来作功的一种机械，能把热能转变为机械功的机械一般通称为热力机械，简称“热机”。因此，柴油机是热机的一种。（其他如蒸汽机、蒸汽轮机、燃气轮机等也都是热机）。

由于柴油在柴油机气缸中燃烧时可以产生很高的温度（ $1400^{\circ}\text{C}\sim 1800^{\circ}\text{C}$ ）和压力（ $60\sim 120$ 公斤/厘米²）。因而决定了柴油机的效率（大约为40%左右）是目前各种热机中最高的一个。也就是说，柴油机能把柴油燃烧时放出热量的40%左右转变为我们需要的机械功。这是柴油机的一个主要特点。此外，柴油机还有工作适应性较强（如在沙漠缺水地区也可以工作），重量较轻，体积较小，移动比较方便，对材料的要求不高（和蒸汽轮机、燃气轮机相比），工作较可靠，管理较方便等特点。因此，在国民经济的各个部门中（如农业机械、地质钻探、汽车、船舶、铁道等各方面）都广泛地使用了柴油机。

解放前，我国根本没有自己的柴油机工业，主要是搞些零部件的修配工作。解放后，在毛主席的革命路线指引下，我国的柴油机工业有了很大的发展。开始能制造各种类型柴油机。特别是在大跃进的1958年，我国的工人阶级和革命的工程技术人员在毛主席“破除迷信、解放思想”的号召下，自己设计制造了2000马力和3000马力的船用大型低速柴油机和机车用大型柴油机，使我国的柴油机工业出现了崭新的面貌。通过无产阶级文化大革命和批林批孔运动，清算了刘少奇、林彪一伙的修正主义路线的干扰，使我国的柴油机工业更加欣欣向荣。上海船厂和沪东造船厂都设计制造了10000马力的船用低速柴油机。目前，我国已逐步形成了各种用途的柴油机系列，有一些柴油机已赶上世界先进水平，不仅支援了祖国的社会主义建设，而且还出口到亚非国家支援世界革命。

§ 2 柴油机的构造及有关名词

图1—1是一台四冲程柴油机的简图。

图中1是气缸，2是活塞，3是连杆，4是曲轴，5是气缸头，6是进气阀，7是喷油器，8是排气阀。

柴油机在工作时，活塞作上下运动，通过连杆把力传给曲轴，使曲轴作回转运动，连杆

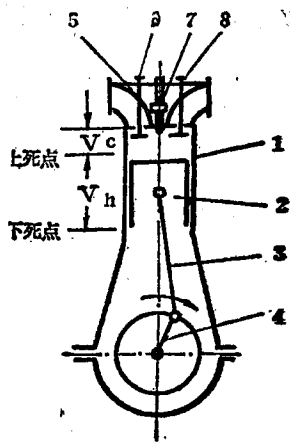


图1—1
四冲程柴油机简图

本身则既作上下运动，同时又作摆动。

介绍几个常用的有关名词。

(1) 上下死点：（亦有称上、下止点）活塞运动至最高点时的位置（或最低点时的位置）称作上死点（或下死点）。

在上、下死点时，活塞改变运动方向，它的速度为零，即在此瞬间，活塞是不动的，所以称为死点。

(2) 曲轴半径 R ：曲轴的曲柄销中心与主轴颈中心之间的距离称为曲柄半径，通常用 R 表示。曲柄半径也就是曲柄销中心的回转半径。

(3) 活塞冲程（亦称行程） S ：活塞从上死点运动至下死点（或从下死点运动至上死点）时所移动的距离称为一个活塞冲程（行程）。

活塞走过一个冲程，相应的曲轴也转了半转，故冲程 S 与曲柄半径 R 的关系是 $S = 2R$ 。

(4) 气缸工作容积 V_h ：活塞在一个冲程中所扫过的气缸空间容积，称为气缸工作容积。

$$V_h = \frac{\pi}{4} D^2 \cdot S$$

D ——气缸直径（亦即活塞直径）。

(5) 压缩容积 V_c ：活塞在上死点时，活塞顶与气缸盖之间的气缸容积为压缩容积（也叫燃烧室容积）。

(6) 压缩比 ϵ ：活塞在下死点时的全部气缸容积（ $V_h + V_c$ ）和压缩容积 V_c 的比值，称为柴油机的压缩比。即

$$\epsilon = \frac{V_h + V_c}{V_c}$$

压缩比是柴油机的一个重要参数，它表明气缸内空气被压缩的强烈程度。柴油机的压缩比一般在11~22之间。

(7) 耗油率：柴油机在某一功率下运转时，相当于每一马力在一小时内消耗的燃油重量，用克/马力小时表示之。

§ 3 柴油机的工作原理

一、单缸四冲程柴油机的工作原理

单缸四冲程柴油机的工作循环，按以下四个冲程重复进行（图1—2）。

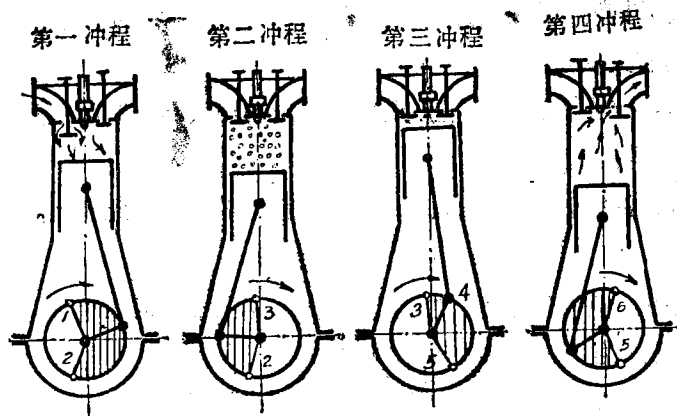


图 1—2 单缸四冲程柴油机的工作简图

(1) 进气冲程：这时进气阀开，排气阀关。活塞依靠曲轴飞轮的惯性，由连杆带动从上死点向下死点运动，活塞顶上部的空间便形成真空，新鲜空气经过打开着的进气阀被吸进气缸，当活塞到达下死点时，活塞顶部空间已充满了新鲜空气。因为空气经过进气管路，进气阀时遇到阻力，所以进到气缸中的空气压力，低于外界大气压约为 $0.85 \sim 0.95$ 公斤/厘米²，温度约为 $30 \sim 50^{\circ}\text{C}$ 。

为使进入更多的空气通常进气阀在活塞到达上死点之前（图中点1）就打开，而在活塞经过下死点之后（点2）才关闭。故实际上，进气过程大于一个冲程。

(2) 压缩冲程：这时进气结束，进、排气阀均关闭着。活塞继续依靠曲轴飞轮的惯性，由连杆带动从下死点向上死点运动，气缸内的新鲜空气被压缩后，压力和温度将分别升高到 $30 \sim 40$ 公斤/厘米²和 $600 \sim 700^{\circ}\text{C}$ 。在压缩冲程接近结束时，亦即活塞到达上死点前一个时刻（按曲轴转角计，称为喷油提前角），柴油以很高的压力（ $100 \sim 1000$ 公斤/厘米²），经喷油器成雾状喷入气缸，与气缸中的高温高压空气接触，很快就自己着火，燃烧起来。

由此可见，在此冲程中除了进行压缩外，还包括了进气的延后部分和柴油的喷入，着火部分，但因主要是进行压缩，故称之为压缩冲程。

(3) 燃烧膨胀冲程（又称作功冲程）：这时进、排气阀仍全部关闭着。活塞由上死点向下死点运动。在此冲程的开始部分，燃烧仍在猛烈地进行，由于燃烧放出了大量的热，使气缸内压力和温度急剧上升，最高压力（也叫最大爆发压力）约为 $60 \sim 120$ 公斤/厘米²，最高温度约为 $1700 \sim 2000^{\circ}\text{C}$ 。高温高压的燃烧气体作用在活塞上，推动活塞下行、作功。此动力通过连杆传给曲轴使曲轴旋转，向外输出功。随着曲轴的旋转，活塞的下行，气缸容积逐渐增大，气体的压力和温度也就逐渐降低。这是气体膨胀作功的过程。在活塞快要到达下死点时（点5）排气阀开启，此时气缸内的气体压力约为 $2.5 \sim 4.5$ 公斤/厘米²，温度约为 $600 \sim 700^{\circ}\text{C}$ ，由于气缸内气体压力高于外界大气压力，所以气体立即向外冲出，即开始排气。

(4) 排气冲程：此时作功冲程结束，进气阀仍关闭着，排气阀打开。活塞由下死点向上死点运动，气缸内剩下的废气被活塞排出气缸。当活塞快要到上死点时，进气阀就开

始打开，为下一个进气冲程作好准备，而排气伐也将延后到下一个进气冲程开始后（点6）才关闭，其目的是为了使气缸内的废气排得更干净些。

以上四个冲程循环进行，就使得柴油机连续运转起来。由于这种柴油机的一个工作循环是在四个冲程中完成的，因而称之为四冲程柴油机。因为活塞往复运动四个冲程相当于曲轴运转两圈，所以四冲程柴油机是曲轴每转两圈做一次功，完成一个工作循环。

如上所述，我们可以看出，柴油机在一个工作循环中实际上包含着五个过程：进气——压缩——喷油、发火、燃烧——膨胀做功——排气。而且在四个冲程中，只有第三冲程对外做功，其他三个冲程只是起辅助作用，不仅不做功，还要消耗功。因此，如果是单缸机的话，这三个冲程所需的能量，必须由飞轮供给，而在多缸机中，则靠其他缸的做功冲程供给。此外，发动机若由停车状态进入工作状态（即起动），则必须先由外界给以能量，使曲轴转起来，从而使活塞作上下往复运动，直到发动机自己能连续作出功为止。

二、多缸四冲程内燃机的工作

多缸四冲程内燃机，可以把各缸的工作冲程按照一定次序叉开，使发动机运转更加平稳。气缸的工作次序，二缸的是1—2—0—0；三缸的是1—3—2或1—2—3；四缸的多数是1—3—4—2，少数的是1—2—4—3（例如4—160型柴油机）。

表1—1和图1—3四缸四冲程内燃机的工作情况。

表1—1 四缸四冲程内燃机工作顺序

曲 轴 回 转	气 缸				图 1—3
	1	2	3	4	
第一半转	作 功	排 气	压 缩	进 气	(a)
第二半转	排 气	进 气	作 功	压 缩	(b)
第三半转	进 气	压 缩	排 气	作 功	(c)
第四半转	压 缩	作 功	进 气	排 气	(d)
气缸发火顺序：1—3—4—2					

关于多缸机发火顺序与曲柄排列（曲柄夹角）之间关系将在第二章中的曲轴一节介绍。

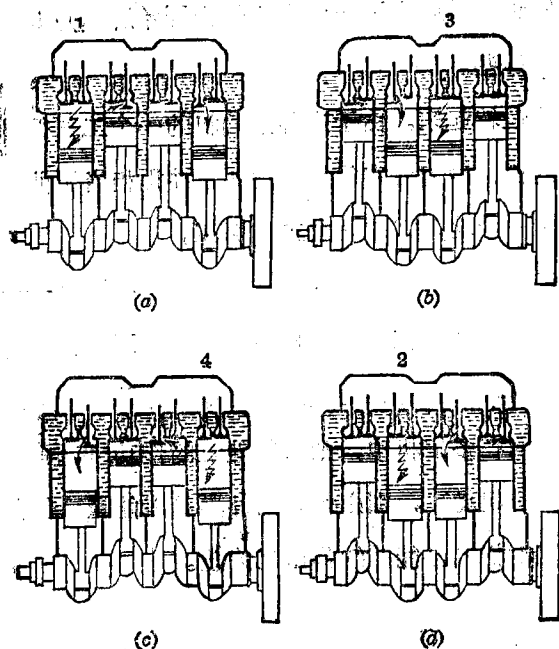


图 1—3 四缸四冲程内燃机工作简图

个冲程而已。

图 1—4 是二冲程柴油机的工作原理图。

在二冲程柴油机的气缸上开有气口，图中气缸右边为排气口，左边为进气口，排气口比进气口略高，气口均由活塞来控制开闭。

此外，二冲程柴油机还有特设气泵，通常称为扫气泵。扫气泵先对空气进行压缩并将压缩后的空气送入扫气箱（贮气器）。压缩后的压力（扫气压力）约为 $1.1 \sim 1.5$ 公斤/厘米²。

二冲程柴油机的工作过程进行如下：

第一冲程，扫气及压缩（图 1—4(a)）。当活塞从下死点向上死点运动时，最初，上一循环的扫气过程还在进行，扫气箱中的新鲜空气经过扫气口进入气缸并把废气经排气口赶出。当活塞继续上行，活塞的上边缘遮住

三、二冲程柴油机的工作原理

如前面所述四冲程柴油机的四个冲程中，只有第三个冲程对外做功，其他三个冲程只是起辅助作用，那末能不能省掉这三个冲程呢？显然，压缩冲程虽然是辅助冲程，但它的作用是为柴油自发火燃烧创造必要的条件，而且对柴油机的效率有很大影响。因此，它是不能省掉的；而进气和排气冲程只是起着吸气和排气的作用，也就是说在这二个冲程中，发动机起了气泵的作用。既然如此，能否另外设置一个气泵，从而省掉这两个冲程，使柴油机在二个冲程内完成一个工作循环呢？实践证明，能！这就是二冲程柴油机。

在二冲程柴油机中，并不是没有进气和排气过程，而只是设法使进气和排气不占二

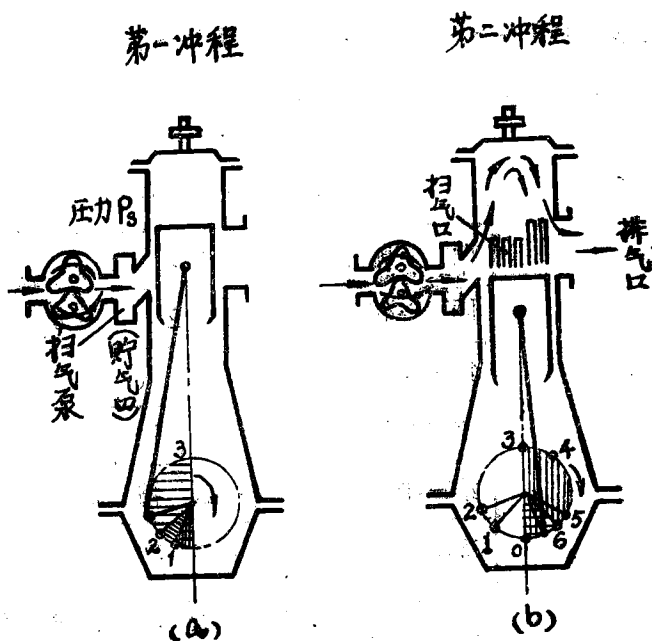


图 1—4 二冲程柴油机工作原理图

进气口时，新鲜空气就停止进入气缸；随后，排气口也被活塞关闭。于是气缸内的空气就开始被压缩，气缸内的压力和温度逐渐升高。压缩终了时的压力可达 $40\sim 50$ 公斤/厘米²，温度可达 $700\sim 750^{\circ}\text{C}$ 。当活塞到达上死点前的某一时刻，柴油经喷油器喷入气缸，与高温高压的空气接触，很快就自己着火、燃烧起来。

因此，在二冲程柴油机的第一冲程中，气缸内主要进行压缩过程，然而在其初期还进行一部分扫气过程。

第二冲程，燃烧、膨胀及排气、扫气(图1—4(b))。活塞经过上死点后，向下运动。起初，燃烧过程还在继续。燃烧时的最高压力达 $55\sim 80$ 公斤/厘米²，温度达 $1700\sim 1800^{\circ}\text{C}$ 。高温高压的燃气作用在活塞上，使活塞下行做功。随着活塞的下行，气缸内燃气的温度和压力也不断下降。当活塞下行到下死点前某一位置，先将排气口打开。于是，已经膨胀过的燃气(废气)靠本身的压力，经排气口排入大气，因而使气缸内的压力更快地下降；当气缸内的压力接近或稍低于扫气空气压力时，气缸左边的进气口也被活塞打开，扫气空气经进气口进入气缸，把残留在气缸内的废气吹扫出去。扫气过程一直要延续到下一个循环的第一冲程初，气口被活塞关闭时才结束。此后，又进行一个新的循环。

因此，第二冲程中，气缸内除了进行燃烧和膨胀过程外，还进行一部分扫气过程，由此可见，二冲程柴油机中进气和排气过程(总称扫气过程)是在前一循环膨胀冲程末和后一循环压缩冲程初的一段短时间完成的，它比四冲程柴油机的进排气过程短得多。

二冲程柴油机的扫气方式，按气流在气缸内的流动路线不同，基本上分为两大类，即弯流扫气和直流扫气，根据具体结构的不同，弯流扫气又可分为：(1)横流扫气(图1—4)：进、排气口布置在气缸二侧；(2)回流扫气(图1—5、a)：进、排气口布置在气缸的同侧。直流扫气又可分为：(1)气口——气伐扫气(图1—5、b)：进气用气口，排气用气伐；(2)气口——气口扫气(图1—5、c)：进气和排气都用气口，但分别布置在气缸的上下二端。

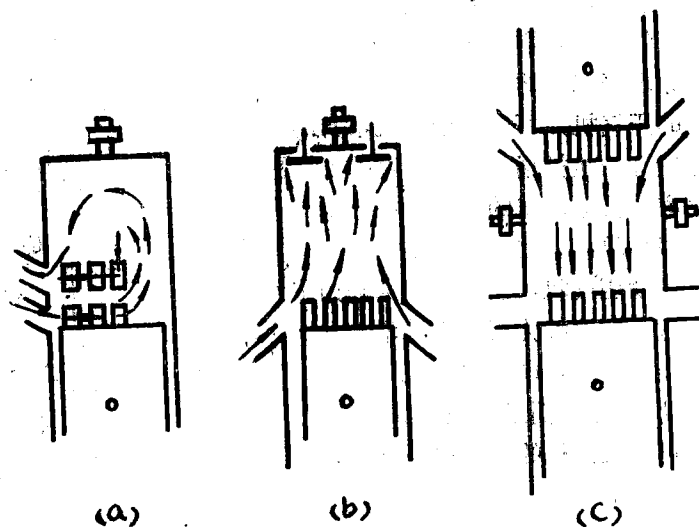


图1—5

二冲程柴油机和四冲程柴油机相比,省去了二个冲程,整个工作循环在二个冲程内完成。因此,二冲程柴油机曲轴每转一圈,气缸内就完成一次工作循环,也就是曲轴每转一圈就做一次功。由此可见,如当气缸尺寸(D和S)以及转速相同时,二冲程柴油机的马力理论上可比四冲程柴油机大一倍。但实际上,由于各方面的原因(如气口使活塞的行程有一部分失效了;带动扫气泵要消耗一部分功率等等),马力只能大0.6~0.7倍。此外,二冲程柴油机的回转力矩也要比四冲程的均匀。但“事物都是一分为二的”,二冲程柴油机也有它的缺点,如它的换气质量由于扫气方式的特殊而比四冲程的要差,也即气缸内残留的废气较四冲程多,同时在扫气过程中,二冲程柴油机还有一部分新鲜空气随废气排出气缸,这些都影响了二冲程柴油机的经济性要比四冲程差(即耗油率高)。

在实际使用中,小型高速柴油机大多数是四冲程,二冲程也有,但较少。在中型中速柴油机中,四冲程、二冲程都有。在大型低速柴油机中,则几乎都是二冲程柴油机。

四、增压柴油机的工作原理

随着柴油机在生产中得到广泛的使用,一个共同的要求提出来了。就是希望柴油机马力大、重量轻、体积小。于是就产生了一个怎样使柴油机在不增加尺寸、不增加转速的情况下发出更大的功率的问题。毛主席教导我们说:“人类总得不断地总结经验,有所发现、有所发明、有所创造、有所前进”。总结柴油机作功的规律,可以看出:柴油机的动力,是靠转化柴油燃烧后放出的热量而得的。要使功率提高,就得多喷油。但柴油燃烧需要空气,要多喷油就得多进空气,否则,柴油就不能完全燃烧,柴油机就会冒黑烟,功率也提不高。因此,能否多发出功率来的关键问题是能否增加进入气缸的空气量。一般的四冲程柴油机是靠活塞下行来吸入周围的空气,由于外界压力变化很小,因此吸入量是一定的。为了多进空气,就得采取措施,其中最有效的方法就是用特设的压气机把空气压进去,进气压力高了,空气的密度就增大了,进入气缸的空气量也就增加,因而就可多喷油,发出更大的功率来。这种用提高柴油机进气压力来增加功率的办法加一般称为“增压”,用这个原理来工作的柴油机就叫增压柴油机。

增压柴油机上的压气机,可以由柴油机本身的曲轴来带动,这种情况一般称为机械增压。由于这种办法要消耗柴油机的一部分功率,使柴油机的输出功率减少,耗油率增加。因而目前已很少单独采用。目前用得比较普遍的方法是用废气涡轮来带动压气机,而废气涡轮则由柴油机排出的废气来驱动,这种方法称为废气涡轮增压。由于废气涡轮增压既不消耗柴油机的功率,又利用了废气的能量,因而不但使柴油机的功率增加,而且可使耗油率降低。一般,采用废气涡轮增压可使柴油机的功率提高(100~150%)或更高。

图1-6为一台四冲程废气涡轮增压柴油机的工作原理图。

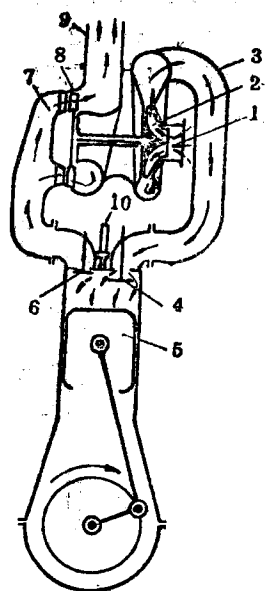


图 1-6
四冲程增压柴油机简图

增压器由离心式压气机2和它装在同一轴上的废气涡轮8组成。废气经排气伐6排出并经管7导至涡轮8使涡轮转动，从而带动压气机2。新鲜空气经吸入口1吸入，在压气机中压缩到压力为 $1.3\sim 3.0$ 公斤/厘米²，然后经管3和进气伐4送入气缸。

二冲程废气涡轮增压柴油机与非增压的二冲程柴油机基本相同，所不同的是：（1）增压后扫气泵由废气涡轮带动或由废气涡轮和柴油机共同带动；（2）增压后的扫气压力（一般称增压压力）比非增压时要高。

§ 4 柴油机的主要组成部分

为了保证一台柴油机正常、可靠地工作，柴油机一般需有下列各部分组成。

（1）动力转换机件：它所承担的主要任务是传递功率，将柴油燃烧后放出的热能转化为机械功输出，把活塞的往复运动变为曲轴的旋转运动。它是由发动机的固定机件和活塞曲柄连杆机构组成。固定机件是柴油机的骨架，主要起支承和导向作用。它由气缸、气缸盖、机体、机座等组成。活塞曲柄连杆机构则由活塞、活塞环、活塞销挡圈（卡环或卡簧）、连杆、曲轴、飞轮等机件组成。

（2）配气机构：它相当于柴油机的呼吸系统，保证在规定的时刻进气和排气。主要组成零件有凸轮、顶杆、摇臂、气伐组等。

（3）燃油和调速系统：它的任务是及时而恰当地供给柴油机作功的能源——柴油，保证柴油机正常的工作。主要组成部件有射油泵、喷油器、调速器等。

（4）润滑系统：它的任务是保证柴油机各运动零件有良好的润滑，以减少相对运动表面的磨损、摩擦和散走热量。

（5）冷却系统：它的任务是对和高温燃气接触的那些零件进行适当的冷却，保证柴油机正常工作。

（6）起动系统：它的任务是使柴油机从停止的状况下运转起来。

第二章 动力转换机件

§1 构造原理

一、气缸体（机体）、气缸、气缸盖和机座

（一）气缸体（机体）：

气缸体（机体）是内燃机的基础零件，一些零部件都安装在它的上面。在中、小型柴油机上，它一般是用铸铁或铝合金铸造成；在大、中型柴油机上机体一般是用钢板或铸钢件焊接成。图2—2是1—95—2型柴油机气缸体，图2—1是东方红—4—125A型柴油机气缸体，图2—3是4—160A型柴油机机体。气缸体（或机体）上有安装气缸套的圆孔（单缸式气缸）、固定其他零件的螺孔，还有水套、水道和机油通道。

气缸体（机体）上平面（立式）或前端面（卧式）是安装气缸盖的。它的下部空间安装曲轴，叫做曲轴箱。根据构造型式的不同，曲轴箱可以分为二种：一种是拱桥式（图2—1、2—3）。气缸体（机体）中横隔板的下端是开口的，曲轴可由气缸体下方装入或曲轴装入机座上的主轴承内后再将机体装入机座上，如2—90、110型均属此种，另一种叫做隧道式（图2—2）。曲轴从气缸体（或曲轴箱）的侧向一头插入（如1—95—2型、1—98型、105型、135型等亦均属此种）。

曲轴箱的下方装油底壳或机座（有的机型如1—95、105型油底壳和气缸体制成整体，叫做机油池），在里面存放机油。为了避免油、水渗漏及其他脏物进入曲轴箱，所以在需要

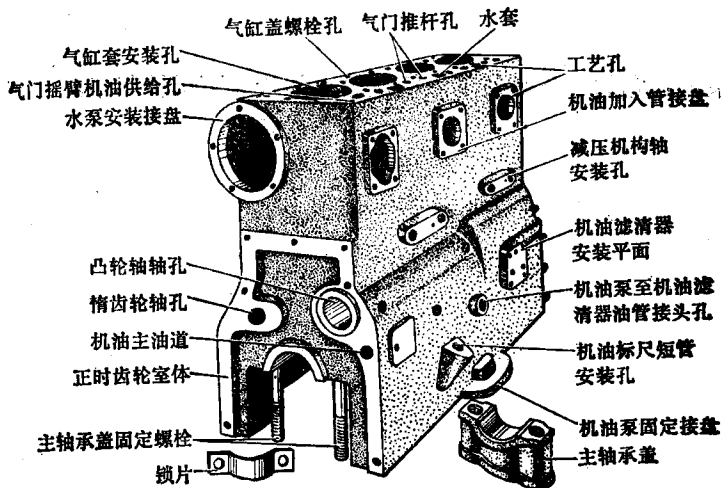


图2—1 东方红4—125A气缸体

密封的地方都有油封或密封垫。密封垫有纸的、衬垫纸板的和软木的几种。在严密封闭的同时又必须使曲轴箱内腔与大气相通。一般发动机上都设有带滤网的通气口，有些发动机的通气口装在气缸罩盖上，如东方红—4—125A及北京4—115T；有些发动机装在机油加油口处，如湖北2—90G即在加油口盖上开有通气孔。1—95—2是用二根呼吸器管，一根接进气管，一根接气缸罩壳进行通气。

一般在气缸体（或机体）二侧开有检查窗口，作为装拆活塞连杆组及检查曲轴与主轴承等之用。

气缸体（机体）内腔为冷却水套，冷却水先冷却缸套，后经气缸体（机体）顶部的水孔流入气缸盖。

在气缸体（机体）上加工有或装有凸轮轴轴承孔，4—160型机在此孔内压有青铜轴承。

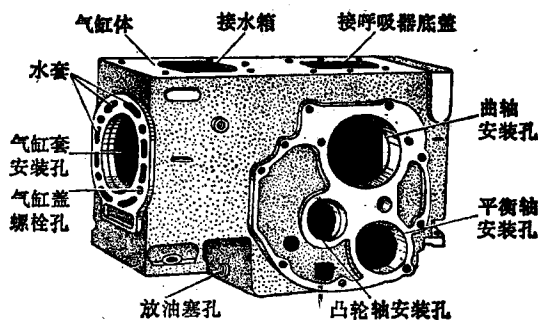


图 2—2 195—2 气缸体

在气缸体（机体）的一端面有齿轮体室，用以固定定时齿轮机构。4—160型机机体的前盖板上装有起动空气分配器、滑油总管法兰、滑油泵、冷却水泵等。

气缸体（机体）应有足够的强度，保证柴油机在工作时机体不断裂；又应有足够的刚性，保证柴油机工作时不产生过大的变形。机体断裂会使柴油机难以修复，变形过大会使曲轴主轴承孔不同心、气缸套与曲轴不垂直等，使运动部件迅速磨损，柴油机寿命大为缩短。

（二）气缸：

圆筒形的气缸是燃料燃烧和气体膨胀的地方，也是活塞运动的轨道，并通过气缸壁散去本身所接受的爆发余热。气缸的型式有整体式、单铸式。单铸式又可分为湿式（图2—4）和干式（图2—5）两种。

整体式气缸：气缸和气缸体铸成一个整体。柴油机中应用极少。

单铸式气缸：气缸和气缸体分别铸造，或称作气缸套。

湿式气缸套，上部靠一凸缘悬挂在机体中。缸套上部与气缸体结合面可以装紫铜或铝的防漏垫圈，此垫圈的厚度并可作为调整气缸套安装时端面凸出气缸体平面高度之用。缸套受热后要伸长，因而在机身内只能上端固定，但又不能让冷却水流入曲轴箱（或底座）中去。在缸套与机身下部的接合处装有封水橡皮圈（1~2条）。橡皮圈的作用是既防止了漏水又能让缸套受热后自由伸长。多数柴油机采用湿式气缸套。

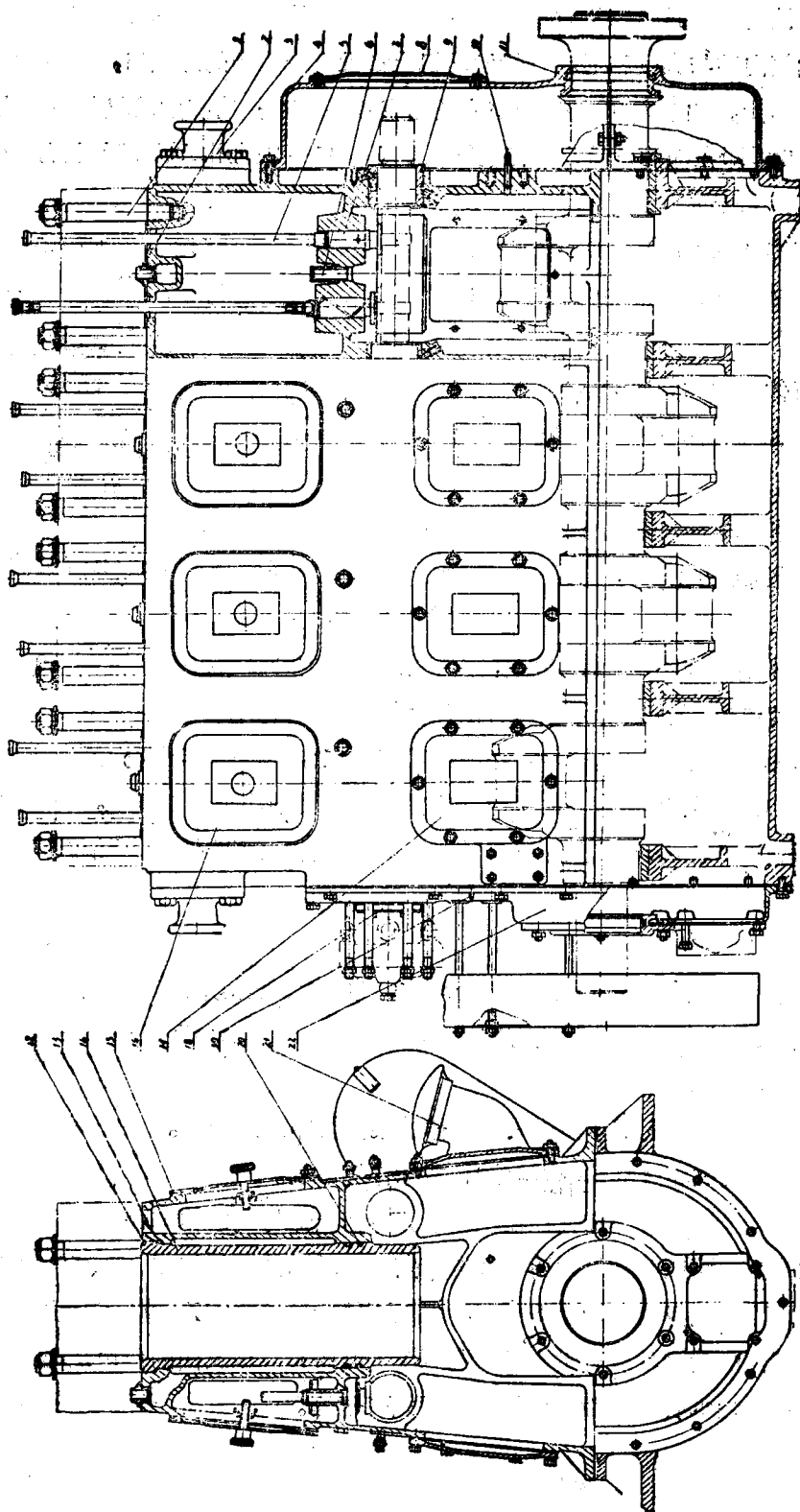


图 2—3 4160A 机体

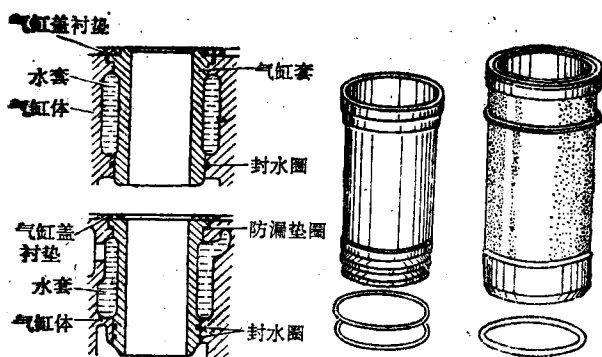


图 2—4 湿式气缸套

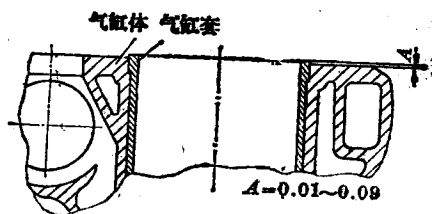


图 2—5 干式气缸套

干式气缸套，紧装在气缸体的座孔中，外表面不与冷却水直接接触，如 2—90 型等。2—90 型柴油机干式气缸套与气缸体座孔是滑配合，具有 0.013~0.05 毫米的间隙，以便检修时拆装。在发动机运转到正常温度时，气缸套受热膨胀，而气缸体的气缸壁由于受到冷却水的冷却关系，温度较低，因而膨胀较小，因此气缸套的外面紧贴于气缸体气缸壁的内面。以传导散热。这种气缸套在安装时，必须将气缸套和气缸体座孔表面揩拭干净，并且不可涂机油以免妨碍两者间的接触与传热。

(三) 气缸盖：

气缸盖是用来封闭气缸，与活塞一起形成燃烧室。柴油机气缸盖部分的燃烧室，有的是一起铸造出来的，有的是做成镶块(或局部做成镶块)压装上去。气缸盖里面要装置喷油咀、进气伐、排气伐、示功伐、在较大一些机器里还要装置起动空气伐、安全伐等。在气缸盖上面则布置有气伐摇臂座等。

由于气缸盖是发动机燃烧室的一个组成部分和活塞一样在工作时和高温、高压燃气接触。为此，既要有一定强度又必须很好冷却，在气缸盖内部铸有冷却水腔(或叫水夹层)。若气伐摇臂机构是压力润滑的机型，气缸盖上还必须有机油通道。

为了防止高温、高压气体漏出和冷却水漏入气缸，缸盖和机体之间一般要用 4 个以上螺栓紧紧固定。

气缸盖一般是由铸铁或铝合金制成。多缸内燃机的气缸盖有多缸一盖(如东方红—4—125V、北京 4—115T 等型)，两缸一盖(如上柴 4—135G 型)以及每缸一盖(如锡柴 3、4—110G 型、4—160 型)等型式。

为了保证气缸盖和气缸体能紧密贴合，使它不漏气、不漏油，在两者之间装有气缸盖衬垫(又叫气缸床)。此种衬垫一般是用石棉板外包紫铜皮制成。在安装气缸盖衬垫时，注意上下两面不要装反，否则会把水道、油道遮住，造成重大事故。

气伐在气缸盖内不断上下运动，为了保证气缸盖不致因局部地方和气伐磨损过度而损坏，所以在气缸盖和气伐之间专门压入一个伐杆导管，当其因磨损过大而需掉换时，只需要更换伐杆导管就行了。同样的，在气伐座处有的也铸有专门的伐座。在柴油机上经常遇到这种设计方法。它虽使零件数目多了些，但可以保证贵重零件不致因局部磨损而整个报废。

(四) 机座：

4—160A柴油机的机座如图2—3所示。底座上面有五个主轴承，用以支承曲轴，底座两侧有支承面，通过地脚螺钉与基础相连。靠近飞轮端的一个主轴承与一般轴承不一样，它的轴瓦翻边，称之为止推轴承，用以承受定时齿轮所产生的轴向推力和防止曲轴的轴向移动。

为了防止漏油，底座与机身连接面必须紧密。

4—160A柴油机底座系用优质灰铸制造。

在某些轻型、运输用的发动机上，为了减轻重量以及可从发动机下方拆装曲轴，主轴承不安置在底座上，而是倒挂在机身上。此底座完全不受外力，而仅作贮存润滑油用，这种底座又名油底壳，它由薄板冲压焊接而成，大大减轻了重量。

二、活塞连杆组

活塞连杆组（图2—6）包括活塞、活塞环、活塞销、连杆、连杆轴瓦和活塞销挡圈等零件。

（一）活塞：

活塞顾名思义是活动着的塞子，也就是说它既要上下活动又不能让高温高压的气体漏掉，它是柴油机的关键部件之一。

活塞的作用是在气缸里作往复运动，进行进气、压缩、作功、排气四个冲程，并在工作冲程承受爆发压力，把力传给连杆，活塞工作时，承受的压力是很大的（小型机、在工作冲程时活塞所受的力大约有3~10吨，现代增压柴油机气缸中的最大爆发压力达150大气压，不增压的柴油机的爆发压力亦达60大气压，以160系列柴油机为例，增压后爆发压力为85大气压左右，此时活塞顶上受到的最大压力 $P = P_z \cdot \frac{\pi}{4} D^2 = 85 \cdot \frac{\pi}{4} 16^2 = 17000 \text{ 公斤} = 17 \text{ 吨}$ ，这是一个相当大的力），所以要求有足够的强度。同时由于活塞在气缸内作高速（以每秒平均6~13公尺速度）往复运动，产生很大的惯性力。为了减少惯性力和磨损，故要求重量轻些以及要有良好的耐磨性。

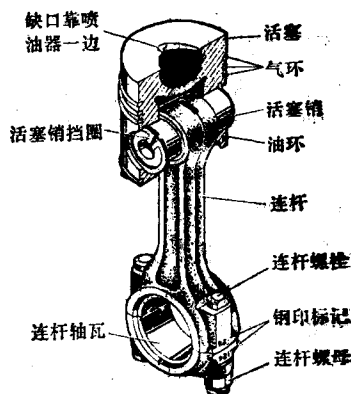


图2—6 活塞连杆组

活塞顶除受爆发压力作用外，还和高达2000°C的气体接触，虽然我们采用了各种措施。但活塞顶部的温度仍高达300~500°C，故其活塞顶所受的热负荷也是极其严重的。

活塞本体的材料有铝合金、合金铸铁和钢三种。系列不同的发动机用不同的材料，如高速机用铝合金的多（160系列柴油机活塞亦是铝合金的），它比较轻，但强度差，因而对于高速高增压发动机来说，强度又是一个重要矛盾，因此出现了顶部用钢下部用铝合金的组合式活塞，以满足顶部强度要求高而重量又要求轻的矛盾，但活塞的结构较为复杂。

一般的速度不高柴油机活塞大部分采用合金铸铁，它价格低，耐磨性好。