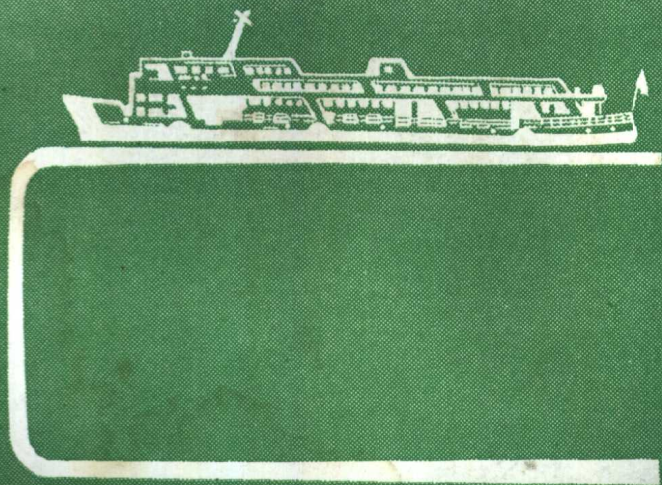




内河船舶驾驶员培训教材

轮机大意

谭丕勇 编



人民交通出版社

内河船舶驾驶员培训教材

轮机大意

谭丕勇 编

人 民 交 通 出 版 社

144595

内河船舶驾驶员培训教材

轮机大意

Lunji Dayi

谭丕勇 编

人民交通出版社出版

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

人民交通出版社印刷厂印

开本：787×1092 1/32 印张：3.375 字数：68千

1986年12月 第1版

1986年12月 第1版 第1次印刷

印数：0001—7,900册 定价：0.51元

内 容 提 要

本书是根据全国航运职工培训教材大纲编写而成。全书简明扼要地介绍了小型船用柴油机的构造、动作原理、操纵方法、使用管理、正倒车离合器、减速齿轮箱、甲板机械以及船电的一般常识。

本书可作为小型船舶驾驶员培训教材，也可供航运工人参考。

目 录

第一章 轮机概述	1
第一节 基本知识.....	1
第二节 柴油机的工作原理.....	4
第三节 柴油机的分类及型号.....	9
第二章 柴油机的主要机件及系统	11
第一节 主要运动机件.....	11
第二节 主要固定机件.....	18
第三节 配气系统.....	24
第四节 燃油系统.....	27
第五节 润滑系统.....	32
第六节 冷却系统.....	40
第三章 柴油机的操纵	47
第一节 起动装置.....	47
第二节 调速装置.....	52
第三节 换向装置.....	58
第四节 6NVD36 型柴油机操纵系统.....	62
第四章 船用齿轮箱	64
第一节 HC180 型齿轮箱.....	65
第二节 120 型齿轮箱.....	70
第五章 柴油机的使用	78
第一节 起动前的准备工作.....	78
第二节 柴油机的起动.....	80

第三节	柴油机的运转.....	81
第四节	柴油机的停车.....	83
第六章	甲板机械.....	84
第一节	起锚机和绞缆机.....	84
第二节	液压舵机.....	86
第七章	船电常识.....	89
第一节	船舶发电站.....	90
第二节	船舶用电设备.....	93
第三节	船舶蓄电池.....	100

第一章 轮 机 概 述

第一节 基 本 知 识

人类在生产实践中，创造了各种各样的原动机，这些原动机有利用风力的风车，利用水力的水轮机以及利用热能的热力发动机等。所有热力发动机，其基本工作原理都是先把燃料燃烧，放出热能，然后再将热能转变为机械功。根据燃料化学能转变为热能的情况不同，热力发动机可分为两大类：

1. 外燃机

在这类发动机中，燃料是在一个特设的炉子、燃烧室中放出化学能，并转变为热能，即燃料的燃烧和热能的放出都是在发动机气缸外发生的，水蒸气被用来作为热能转变为机械功的工质。属于这类机器的有往复式蒸汽机及汽轮机等。

2. 内燃机

在这类发动机中，燃料的燃烧、化学能的放出以及热能转变为机械功，全部是在发动机的气缸中进行和完成的。属于这类机器的有汽油机、煤气机和柴油机，燃气轮机也可以属于这一类。

内燃机在工农业、交通运输业中应用极为广泛。它在船舶上的应用也是如此，无论是海船或河船，主机或辅机，也越来越多地采用内燃机，特别是柴油机。在内河小型船舶上，也因航道深度的限制，船舶吃水不能太深的缘故，柴油机用作主机占了优势。

四冲程柴油机的简单构造如图1-1所示，其主要机件包括：

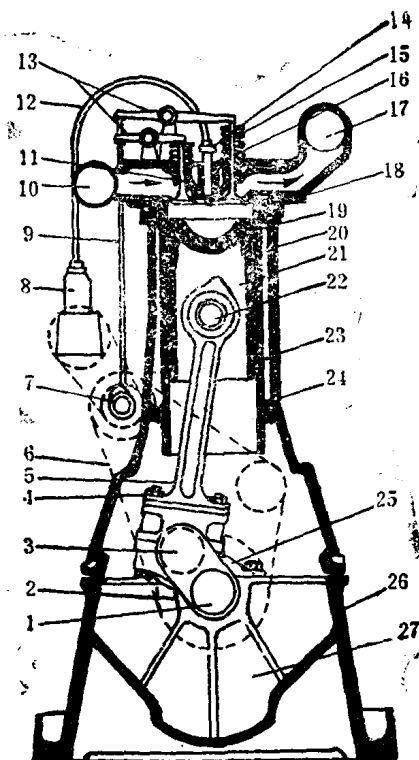


图1-1 四冲程柴油机的构造简图

1-曲轴，2-主轴承座，3-曲柄销，4-连杆螺栓，5-连杆，6-凸轮轴传动装置，7-凸轮轴，8-喷油泵，9-顶杆，10-进气总管，11-进气阀，12-高压油管，13-摇臂，14-喷油器，15-气阀弹簧，16-排气阀，17-排气总管，18-气缸盖，19-活塞环，20-水套，21-活塞，22-活塞销，23-气缸套，24-气缸体，25-主轴承盖，26-机座，27-曲轴箱

1)主要运动机件：曲轴1、连杆5、活塞21、活塞销22、活塞环19等。

2)主要固定机件：主轴承座2、气缸盖18、气缸套23、气缸体24、主轴承盖25、机座26、曲轴箱27等。

3)配气机构：凸轮轴7、顶杆9、摇臂13、进气阀11、排气阀16、气阀弹簧15等。

4)燃油系统：喷油泵8、高压油管12、喷油器14等。

此外，柴油机还有一些辅助系统，如润滑系统、冷却系统、起动系统以及调速、操纵机构等。

为了便于分析研究柴油机的构造和工作原理，首先要熟悉下列几个常用的名词和定义：

上死点——曲柄转到最高位置，也就是活塞上行至最高位置时，活塞距曲轴轴心最远的位置。

下死点——曲柄转到最低位置，也就是活塞下行至最低位置时，活塞距曲轴轴心最近的位置。

活塞冲程——上下死点之间的距离称为活塞冲程，常用 S 表示，它等于曲柄半径 r 的两倍（ $S = 2r$ ）。

气缸直径——气缸直径简称缸径，常用 D 表示。

燃烧室容积——活塞在上死点时，活塞顶与气缸盖之间的容积，常以 V_c 表示，如图1-2所示。

气缸工作容积——又称冲程容积，即活塞从上死点到下死点所经过的空间，以 V_s 表示。

气缸总容积——活塞在下死点时，活塞顶、气缸壁及气缸盖三者所包围的空间，以 V_a 表示。

压缩比——气缸总容积 V_a 与燃烧室容积 V_c 之比，以 ϵ 表示。

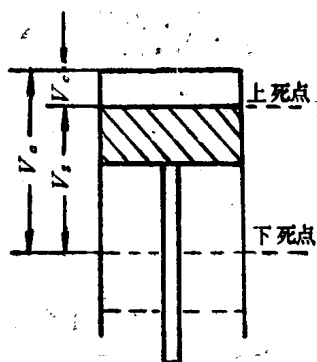


图1-2 气缸容积示意图

第二节 柴油机的工作原理

柴油机在工作时，必须完成进气、压缩、燃烧膨胀和排气四个冲程。这四个冲程组成了柴油机的一个工作循环。如果在活塞往复运动四个冲程中完成一个工作循环，叫做四冲程柴油机。

一、四冲程柴油机的工作原理

四冲程柴油机的工作是在曲轴回转两周（ 720° 曲轴转角）中，即活塞上下运动四个冲程中完成的，如图1-3所示：

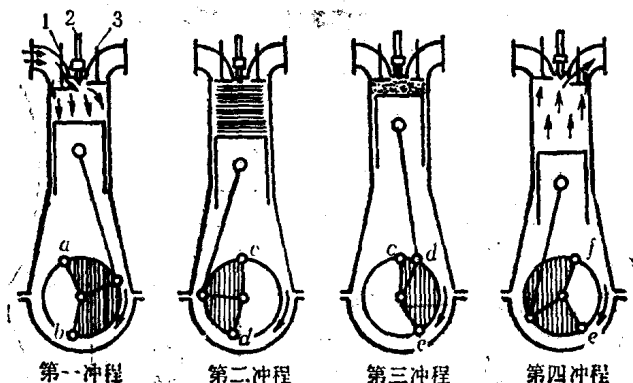


图1-3 四冲程柴油机的工作原理图

1-进气阀，2-喷油器，3-排气阀

第一冲程——进气冲程，活塞从上死点向下运动，此时，进气阀1已经开启，排气阀3和喷油器2都关闭，曲轴沿图中箭头方向转动。由于活塞下移，气缸中活塞顶上部便形成真空，新鲜空气因气缸内外压力差而流入气缸。当活塞到达下死点时，活塞顶上部的气缸空间内已充满了新鲜空

气。因为空气经过进气阀时遇到阻力，所以进到气缸内的空气压力低于外界大气压力。进气冲程终了时，气缸中的压力约在 $8.34 \times 10^4 \sim 9.32 \times 10^4 \text{Pa}$ ($0.85 \sim 0.95 \text{kgf/cm}^2$) 之间。

第二冲程——压缩冲程，活塞由下死点向上运动，进气阀、排气阀和喷油器都关闭着。进气冲程吸入气缸中的空气被压缩。当活塞到达上死点时，气缸内空气压力约为 $264.59 \times 10^4 \sim 392.27 \times 10^4 \text{Pa}$ ($28 \sim 40 \text{kgf/cm}^2$)，温度为 $600 \sim 700^\circ\text{C}$ 。

第三冲程——燃烧及膨胀冲程，在上死点前 $10 \sim 30^\circ$ 曲轴转角时，燃料由喷油器以雾状喷入高温的空气中。燃料与高温高压空气接触和混合后，立即引起强烈自燃与燃烧，使气缸内的气体压力和温度突增，最大燃烧压力可达到 $588.40 \times 10^4 \sim 980.67 \times 10^4 \text{Pa}$ ($60 \sim 100 \text{kgf/cm}^2$)，最高温度可达 $1400 \sim 1800^\circ\text{C}$ 。高温高压燃烧气体开始膨胀，推动活塞向下运动，功率输出。当活塞运动至下死点前 $20 \sim 45^\circ$ 曲轴转角后，即膨胀终了时，排气阀也差不多在这时打开，气体的压力约为 $24.52 \times 10^4 \sim 44.13 \times 10^4 \text{Pa}$ ($2.5 \sim 4.5 \text{kgf/cm}^2$)，温度降为 $600 \sim 700^\circ\text{C}$ 。

第四冲程——排气冲程，在活塞由下死点上行前，排气阀已开启。这时因燃气压力比大气压力高，因而将膨胀后的燃气从气缸中排出。直到活塞运动至上死点后，排气结束，排气阀关闭。

当活塞再次下行时，又重复进行第一冲程，开始第二次循环。

二、二冲程柴油机的工作原理

二冲程柴油机只要曲轴回转一周 (360° 曲轴转角)，即活塞往复运动二个冲程就能完成一个工作循环。二冲程柴油

机没有进气阀，只在气缸套上设有进气孔，进气是由活塞在气缸内上下运动时盖住或开启进气孔来完成的。二冲程柴油机的排气则有两种方法，一种是利用气缸盖上的排气阀，另一种是在气缸套上设有排气孔。为了进行换气，二冲程柴油机还设有扫气泵。二冲程柴油机的工作原理如图1-4所示：

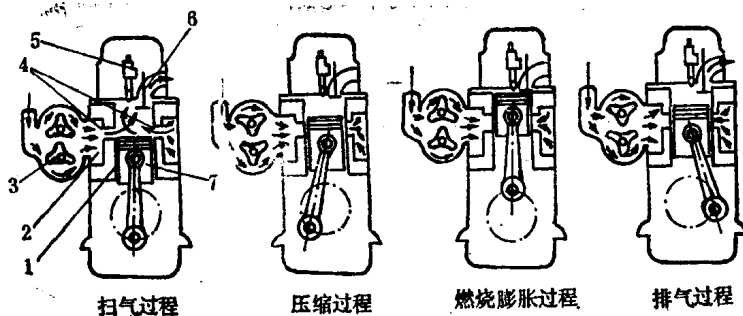


图1-4 二冲程柴油机的工作原理图

1-气缸；2-进气室；3-扫气泵；4-扫气口；5-喷油器；6-排气阀；
7-活塞

第一冲程——扫气及压缩，活塞7从下死点向上死点运动。活塞在遮住扫气口4之前，扫气空气通过扫气口充入气缸，与此同时，气缸中的残余废气被扫气空气从排气阀6中挤出。活塞继续上行，遮住扫气口时，排气阀也差不多在这时关闭，气缸中的空气就开始被压缩。

第二冲程——燃烧、膨胀及排气，在压缩冲程之末，当活塞到达上死点前 $10\sim 30^\circ$ 曲轴转角时，燃油开始喷入气缸，并立即引起燃烧。活塞被燃烧气体的高压迫使下行做功，直到排气阀打开为止。因排气阀打开时间比扫气口要早，因此，扫气口仍被活塞遮住。扫气口揭开前，压力较高的一定

的废气便从排气阀排出。气缸内的压力迅速下降到稍高于扫气空气的压力。当揭开扫气口后，扫气空气进入气缸，同时把气缸内的废气从排气阀挤出去。扫气过程一直继续到下一冲程的开始，活塞再向上运动，又重复另一个循环。

三、增压柴油机的工作原理

随着船舶吨位和航速的不断增长，要求柴油主机越来越具有体积小、重量轻、功率大的特点。提高柴油机的功率，可以采用很多措施，如增大气缸直径、加长活塞行程、增加气缸数目，以及提高转速等。但采用这些措施后，柴油机的体积和重量增加了，甚至会降低柴油机的使用寿命。

柴油机利用涡轮增压器进行增压，是提高功率、改善经济性、降低单位功率重量和节约原材料的最有效的技术措施之一。如把非增压的柴油机改成增压，则功率可增加50~100%，甚至更高，但对原柴油机并不要作很多改动，加了增压装置后，虽然柴油机的总重量增加5~10%，但柴油机的单位重量却减少30~35%。

增压就是将空气预先进行压缩，提高其压力后再送入气缸，这样就增加了进入气缸的空气量，相应地就可增加喷入气缸的燃油量，从而提高柴油机功率。

图1-5所示是应用废气涡轮来带动增压器的增压式柴油机简图。这里增压器是采用单级离心式压气机，并由单级废气涡轮来带动，后者又是利用柴油机的废气能量来作功的。

废气涡轮增压柴油机的工作原理如下：燃气由柴油机的排气管排出，经涡轮进气壳进入喷嘴环，喷嘴环通道的面积是渐缩的，燃气在喷嘴环中膨胀，压力降低，速度提高，使燃气的动能增加。喷嘴环的出口具有一定的方向，使高温高

速的燃气按需要的方向吹向涡轮叶片通道，从而燃气的势能

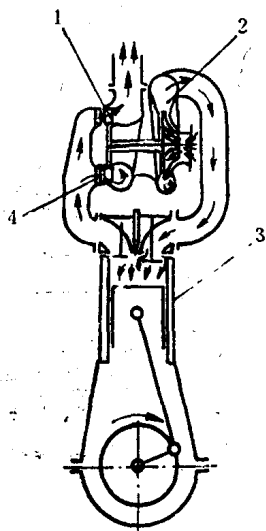


图1-5 废气涡轮增压式柴油机简图

1-废气涡轮；2-离心式压
气机；3-柴油机；4-喷嘴

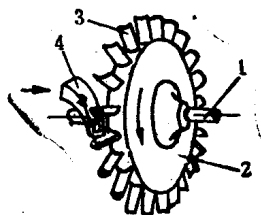


图1-6 燃气涡轮简图

1-转轴；2-轮盘；3-叶片；4-喷嘴

变成动能，推动涡轮叶轮旋转，如图1-6所示。然后燃气由径流式涡轮增压器的涡壳或者由轴流式涡轮增压器的中间壳排入大气。涡轮部分的作用是把燃气的能量由势能变为动能，并且由动能而对外作机械功。

这时与涡轮安装在同一轴上的压气机叶轮便被带动旋转，旋转着的压气机叶轮，将外界的空气吸入到压气机壳并使其进入压气机叶轮，同时把机械功传给空气，使空气受到压缩，提高压力、密度和流动速度。高速空气从压气机叶轮中流入扩压器和压气机壳（又称蜗壳），并在此处进行“扩压”使空气速度降低，压力和密度进一步提高。最后，压力

和密度都得到提高的空气经柴油机进气管路进入柴油机气缸，从而达到增压的目的。

柴油机的工作原理与上述的四(或二)冲程柴油机相同。

第三节 柴油机的分类及型号

一、柴油机的分类

柴油机的种类很多，目前常用的分类有以下几种：

1. 按完成工作循环的方法分

1) 四冲程柴油机；

2) 二冲程柴油机。

2. 按活塞运动的速度(或曲轴转速)大小分

1) 低速柴油机——活塞平均速度在 $4 \sim 6 \text{ m/s}$ ，或曲轴转速在 450 r/min 以下的柴油机；

2) 中速柴油机——活塞平均速度在 $6 \sim 9 \text{ m/s}$ ，或曲轴转速在 $450 \sim 1000 \text{ r/min}$ 之间的柴油机；

3) 高速柴油机——活塞平均速度大于 9 m/s ，或曲轴转速大于 1000 r/min 的柴油机。

3. 按新鲜空气充入气缸的方法来分

1) 非增压柴油机——进气完全依靠活塞本身在气缸里形成的真空(四冲程)或者用正常压力的扫气空气引入气缸(二冲程)；

2) 增压柴油机——空气是在增高了压力的状态下用特设的气泵(称增压器)送入气缸(四冲程)；或者是用比正常压力较高的扫气空气进行气缸充气(二冲程)。

4. 按照气缸排列的方法分

1)立式或单列式柴油机——各个气缸均直列并单一排列布置的柴油机；

2)卧式柴油机——气缸沿水平方向布置的，即气缸中心线与水平线相平行或大致平行的布置排列；

3)V型柴油机——气缸成V型排列，即两个气缸的中心线相交成一定角度（一般为 $40\sim 90^\circ$ ）排列的柴油机。

5.按柴油机在船上的应用来分

1)船用主机——用来驱动螺旋桨；

2)船用辅机——用来驱动船上的辅助机械，如发电机、空压机等。

二、柴油机的型号

我国柴油机的型号表示由三部分组成。首部数字表示缸数，中部数字表示气缸直径（mm），尾部则表示机型特性。例如：

6300ZC

6表示气缸数；300表示气缸直径（mm）；Z表示增压，C表示船用。即代表该柴油机为四冲程、6缸、气缸直径为300mm、增压、船用柴油机。

如为二冲程柴油机，则在首部与中部之间加写字母E。

如为V型柴油机，则在首部与中部之间加写字母V。例如12V135表示12缸、四冲程、V型、气缸直径为135mm非增压柴油机。

第二章 柴油机的主要 机件及系统

柴油机的主要机件包括运动机件和固定机件。运动机件的作用，是接受燃料燃烧的能量，并将活塞的往复运动转变为曲轴的回转运动，以获得有用的机械功。

运动机件在柴油机工作时，除了承受气体在活塞上方的作用力之外，还有各运动部分的重量，惯性力及各摩擦部分的摩擦力。

固定机件则构成柴油机的工作空间和曲轴箱空间，并支承着发动机的所有其他机件及各种附属装置。所有这些固定机件都用螺栓紧密地连接在一起，组成一个坚固的整体。

为了使柴油机能够安全、可靠而持久的运转，柴油机还附设有各种系统，如配气系统、燃油系统、润滑系统及冷却系统等。

第一节 主要运动机件

一、活塞组件

活塞组件的作用主要是在气缸内形成密闭工作空间，构成燃烧室，承受气体的作用力，并将此力传给连杆。在筒形活塞式柴油机中，活塞还承受侧推力。在二冲程柴油机中还起着启闭气口的作用。