

交通系统中等专业学校试用教材

轮机大意

(船舶驾驶、船舶电工、水运管理等专业用)

武汉河运学校等三校
《轮机大意》教材编写组 编

人民交通出版社

交通系统中等专业学校试用教材

轮 机 大 意

(船舶驾驶、船舶电工、水运管理等专业用)

武汉河运学校等三校 编
《轮机大意》教材编写组

人 民 交 通 出 版 社

内 容 提 要

本书共分为十二章，主要内容包括船舶柴油机、蒸汽机、锅炉、各种船用泵、舵机、锚机、制冷设备等。内容力求简明扼要，结合我国内河和沿海船舶动力装置的实际，着重阐述基本结构、工作原理、性能和一般操作、使用注意事项等方面的知识。并对粉末离合器作了简单的介绍。

本书为交通系统水运中等专业学校船舶驾驶、船舶电气设备、水运管理等非轮机管理专业的教学用书，也可供水运部门有关人员学习参考。

前 言

本书是根据1978年3月交通部在北京召开的水运系统中专学校教学计划和教材分工会议的精神，拟定了《轮机大意》课程教学大纲，由武汉河运学校、广西交通学校、重庆河运学校组成《轮机大意》教材编写组编写的。

由于本书系非轮机管理专业的《轮机大意》课程的通用教学用书，且要照顾海、河的特点，因此内容涉及面较广。在编写过程中，我们按照“着眼未来，照顾现在，结合实际，突出重点”的精神，将内燃动力装置和蒸汽动力装置分开编写，这样既突出重点，又适应不同专业的需要，便于取舍，以利教学。如驾驶专业应以柴油机和蒸汽机的结构、工作原理、使用性能为主；而电气专业则与内燃机船舶辅机关系较为密切。

本书由武汉河运学校韩世来编写第四章、第五章、第十章至第十二章；广西交通学校陈国樑编写第六章至第九章；重庆河运学校屠征明编写第一章至第三章。全书由韩世来主编，陈国樑审编，屠征明协编。

由于我们水平所限，加之编写时间短促，收集资料不够广泛，书中内容和文字方面一定还存在不少缺点和错误，恳切希望使用本书的师生和读者批评指正，以便修改。最后，谨向对本书在编写过程中给予大力支持和提供宝贵意见的长航教育处、上海河运学校、武汉河运学校等有关同志表示感谢。

目 录

第一篇 船舶柴油机

第一章 柴油机概述.....	1
第一节 柴油机的常用名词.....	2
第二节 四冲程柴油机的工作原理.....	2
第三节 二冲程柴油机的工作原理.....	4
第四节 四冲程柴油机与二冲程柴油机的比较.....	5
第五节 船舶柴油机的主要型式和柴油机型号表示方法.....	6
第二章 柴油机的主要部件.....	8
第一节 固定部件.....	8
第二节 运动部件.....	12
第三章 柴油机系统与增压装置.....	18
第一节 配气系统.....	18
第二节 燃油系统.....	20
第三节 润滑系统.....	24
第四节 冷却系统.....	29
第五节 柴油机的增压.....	31
第四章 柴油机的操纵.....	32
第一节 柴油机的起动.....	33
第二节 柴油机的调速.....	37
第三节 船舶的换向.....	40
第四节 柴油机操纵系统实例.....	45
第五节 试车.....	46
第六节 开航前的准备与注意事项.....	47
第五章 柴油机的运转特性.....	48
第一节 外特性.....	49
第二节 推进特性与各种航行条件下主机的操纵.....	50
第三节 负荷特性.....	56

第二篇 内燃机船舶辅机

第六章 船用泵.....	58
第一节 船用泵概述.....	58
第二节 往复泵.....	60

第三节	回转泵	63
第四节	离心泵	65
第五节	喷射泵	68
第七章	甲板机械	68
第一节	起货机	68
第二节	起锚机和绞缆机	73
第三节	液压舵机	75
第八章	船用辅助锅炉	79
第一节	燃油辅助锅炉的构造和工作原理	80
第二节	锅炉附件	81
第九章	制冷设备	86
第一节	船舶机械制冷的基本原理及组成	86
第二节	制冷剂	87
第三节	制冷设备的主要装置	88

第三篇 船舶蒸汽动力装置

第十章	船舶蒸汽动力装置简介	93
第一节	蒸汽动力装置系统	93
第二节	船用主锅炉	93
第三节	蒸汽机的构造与附属装置	95
第十一章	蒸汽机的工作原理	96
第一节	蒸汽机的配汽概述	96
第二节	有余面滑阀和无余面滑阀的配汽原理	97
第三节	主机的操纵	101
第四节	蒸汽锚机和绞缆机的结构与工作原理	102
第五节	蒸汽舵机装置的结构与工作原理	104
第十二章	蒸汽动力装置的使用性能	108
第一节	蒸汽机工况改变时的经济性能	108
第二节	蒸汽动力装置的操纵性能	109
第三节	船用核动力装置	110

第一篇 船舶柴油机

第一章 柴油机概述

柴油机是一种以柴油为燃料，直接在机器内部燃烧，并把燃烧时所放出的热能转变成机械能的热力发动机。由于燃料直接在机器内部进行燃烧，所以也称为内燃机，它包括活塞式内燃机、燃气轮机和喷射式发动机等。

图 1-1 表示活塞式内燃机的工作情况。燃料在气缸中燃烧后，产生高温高压的燃烧气体，推动活塞向下运动，活塞运动的结果使发动机发出动力。由此可见活塞式内燃机是由于燃烧气体的压力作用于活塞的结果而作功的。

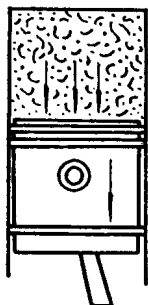


图1-1 燃料在气缸内爆炸做功示意图

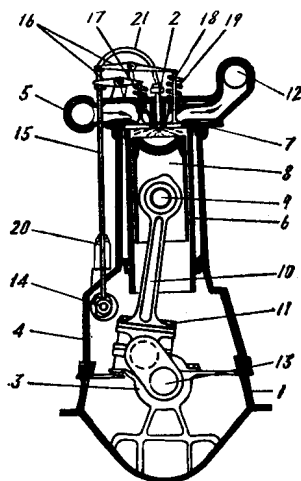


图1-2 四冲程柴油机的主要部件

1-机座；2-喷油器；3-主轴承；4-机体；
5-进气管；6-气缸套；7-气缸盖；8-活塞；
9-活塞销；10-连杆；11-连杆螺栓；12-排
气管；13-曲轴；14-凸轮轴；15-顶杆；16-
摇臂；17-进气阀；18-排气阀；19-气阀弹
簧；20-高压油泵；21-高压油管

在燃气轮机中，发动机是靠燃烧气体在叶片内膨胀时产生动能作功的。而喷气式发动机则是利用燃烧气体流过特别的喷管时所产生的反作用力作功的。这里仅对活塞式内燃机的结构和工作情况作一般的介绍。

图 1-2 为一部四冲程柴油机的主要部件。

1. 固定部件：包括机座 1、机体 4、主轴承 3、气缸套 6、气缸盖 7 等。
2. 运动部件：包括活塞 8、活塞销 9、连杆 10、连杆螺栓 11、曲轴 13 等。
3. 配气机构：包括凸轮轴 14、顶杆 15、摇臂 16、进气阀 17、排气阀 18、气阀弹簧 19 等。
4. 燃油系统：包括高压油泵 20、高压油管 21、喷油器 2 等。
5. 辅助部件：包括进气管 5、排气管 12 等。

此外，柴油机还必须具备润滑、冷却、控制、调速等设备。

柴油机的主要机件和各系统及设备,将在后面的各章节里较详细地叙述。

第一节 柴油机的常用名词

上死点:活塞在气缸中运动的最上端位置,也就是活塞离曲轴中心最远的位置。

下死点:活塞在气缸中运动的最下端位置,也就是活塞离曲轴中心最近的位置。

曲柄半径:曲轴上曲柄销的中心与主轴颈的中心之间的距离称为曲柄半径。通常用 R 表示。

冲程(或叫行程):指活塞从上死点移到下死点,或由下死点移到上死点的这段直线距离,常用 S 表示,它等于曲柄半径 R 的 2 倍($S = 2R$)。若用曲柄转过的角度来表示,一个冲程相当曲柄转角 180° 。

缸径:气缸直径。通常用 D 来表示。

燃烧室容积:活塞在气缸内位于上死点时,活塞顶与气缸盖之间的全部空间,称为燃烧室容积,以 V_c 表示,如图1-3所示。

气缸工作容积:活塞在气缸中从上死点移到下死点所扫过的空间,又称冲程容积或活塞排量,以 V_s 表示。

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

气缸总容积:活塞在下死点时,活塞顶以上的全部气缸容积叫做气缸总容积。以 V_a 表示。气缸总容积是燃烧室容积和工作容积的总和,即:

$$V_a = V_c + V_s$$

压缩比:气缸总容积 V_a 与燃烧室容积 V_c 之比值。一般用 ϵ 表示。

$$\epsilon = \frac{V_a}{V_c} = \frac{V_c + V_s}{V_c} = 1 + \frac{V_s}{V_c}$$

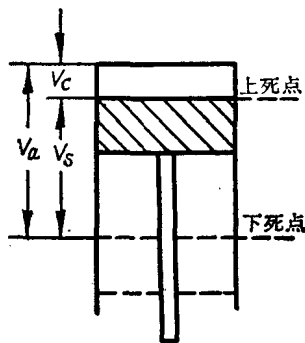


图1-3 气缸容积

压缩比是柴油机的一个很重要的性能参数。它表明了气缸内的空气被压缩的程度。压缩比越大,压缩终了时的压力和温度就越高,燃油就越容易燃烧。反之,压缩比越小,压缩终了时的压力和温度就越低,燃油就不易燃烧,柴油机起动就困难。压缩比 ϵ 对柴油机的燃料燃烧、效率、起动性能和机械负荷等影响很大。压缩比的大小随柴油机的型式而异。

活塞平均速度:在柴油机的额定转速时,活塞在气缸内往复运动的平均速度。以 C_m 表示。它和柴油机的转速 n 以及冲程 S 有关。

$$C_m = \frac{n}{60} 2S = \frac{nS}{30} \text{ 米/秒}$$

根据活塞平均速度的大小,柴油机可分为高速、中速与低速三种。

第二节 四冲程柴油机的工作原理

由于柴油机的燃料是在气缸内燃烧,所以任何型式的柴油机在工作时,都必须有进气、压缩、燃烧膨胀和排气四个过程。这四个过程组成了柴油机的一个工作循环。如果在活塞往

返四个行程中完成一个工作循环,就叫做四冲程柴油机。

图 1-4 分别表示四冲程柴油机工作过程进行的情况及活塞、连杆、曲柄的位置变化情况。

第一冲程——进气冲程:这一冲程的任务是使气缸内充满新鲜空气。

进气冲程开始时,活塞由上死点向下移动,这时进气阀 1 打开,排气阀 3 关闭。随着活塞的下移,活塞顶上方的容积逐渐增大,气体压力下降,产生了真空,新鲜空气经进气阀被吸进气缸。

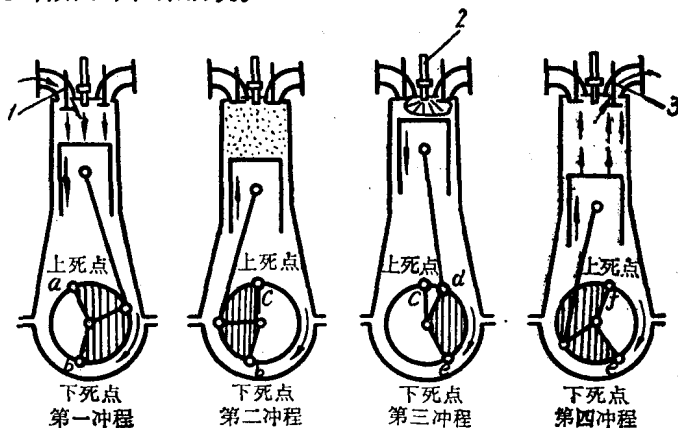


图1-4 四冲程柴油机工作原理图
1-进气阀; 2-喷油器; 3-排气阀

理论上进气冲程是活塞在上死点开始,到下死点为止(占 180° 的曲柄转角)。但实际上为了使较多的空气被吸入气缸,通常进气阀是在活塞到达上死点前 a 点时,就开始开启,而在活塞经过下死点之后的 b 点,才延迟关闭。曲柄转角 ϕ_{a-b} (图中阴影线所占的角度) 表示进气过程,它大于一个冲程即大于 180° 的曲柄转角。

由于进气管、进气口等存在阻力,进气冲程终了时,气缸里气体的压力,稍低于大气压,约为 $8.34 \times 10^4 \sim 9.32 \times 10^4$ 帕 ($0.85 \sim 0.95$ 千克力/厘米 2)。由于气缸温度和气缸中未排除干净的残余废气的影响,进气终了时,气缸内气体温度约为 $40^\circ\text{C} \sim 60^\circ\text{C}$ 。

第二冲程——压缩冲程:这一冲程的任务是提高气缸内空气的压力与温度,以使柴油机自行着火燃烧。

压缩冲程是活塞由下死点向上运动,这时进、排气阀均关闭。随着活塞上行,活塞顶上方的容积逐渐缩小,气体即被压缩。其压力及温度随压缩而升高。在活塞到达上死点时,气缸内空气的压力和温度约分别可达到 $264.59 \times 10^4 \sim 392.27 \times 10^4$ 帕 ($28 \sim 40$ 千克力/厘米 2) 和 $600^\circ\text{C} \sim 700^\circ\text{C}$ 甚至更高。

在活塞到达上死点前的某一时刻,即点 c 之前柴油经喷油器成雾状喷入气缸与高温高压的空气相混合,并自行着火燃烧。喷油开始,曲柄的位置与至上死点之间的夹角叫喷油提前角。

由此可见,第二冲程除了压缩外还包括了进气的延迟部分和柴油与空气混合及部分柴油的燃烧部分。压缩冲程占有 ϕ_{b-c} 曲柄转角。

第三冲程——工作(燃烧及膨胀)冲程:这一冲程包括柴油燃烧和燃气膨胀作功二阶段。

工作冲程是活塞由上死点向下移动,这时进、排气阀仍然全部关闭着。此冲程开始阶段,燃烧猛烈进行,放出大量热量。气缸内温度、压力急剧上升,气缸内燃气最高爆炸压力可达 $588.40 \times 10^4 \sim 980.67 \times 10^4$ 帕 ($60 \sim 100$ 千克力/厘米 2),有的甚至更高。最高温度可达 $1400^\circ\text{C} \sim 1800^\circ\text{C}$ 。高温高压的燃气作用在活塞顶上,推动活塞下行,并通过连杆将力传给曲轴,使曲轴回转变为回转矩输出。当活塞下行到上死点后 $40^\circ \sim 60^\circ$ 曲柄转角的位置时(点 d) 燃烧基本结束。高温高压的燃气继续膨胀,推动活塞作功,气缸内压力温度很快下降。燃气膨胀一直到活塞接近下死点(点 e) 排气阀打开时为止。实际上排气阀是在活塞还没有到达下死点就

已经打开而利于气缸中废气的排除和活塞回行。因此工作冲程是小于 180° 曲柄转角的，而只占 $\phi c-d-e$ 曲柄转角。膨胀终了时，气缸内压力约为 $24.52 \times 10^4 \sim 44.13 \times 10^4$ 帕（ $2.5 \sim 4.5$ 千克力/厘米 2 ），温度约为 $600^\circ\text{C} \sim 700^\circ\text{C}$ 。

第四冲程——排气冲程：这一冲程的任务是将作完功的废气排出气缸。

此冲程是活塞由下死点向上运动，这时排气阀开着，进气阀关闭。

工作冲程末，排气阀提前打开，尽管活塞还在下行，但由于气缸内压力高于外界大气压力，废气即依靠气缸内外压力差向外冲出，开始排气，使气缸内压力和温度迅速下降。此时压力下降约为 $10.30 \times 10^4 \sim 14.71 \times 10^4$ 帕（ $1.05 \sim 1.5$ 千克力/厘米 2 ），温度降至约为 $300^\circ\text{C} \sim 400^\circ\text{C}$ 。

活塞越过下死点后上行的过程中，活塞上方容积变小，废气被活塞推出气缸。

为了尽可能将废气排除干净，排气阀在活塞上行越过上死点后 $10^\circ \sim 15^\circ$ 曲柄转角的点 f 位置时才关闭。因此，排气冲程所占的曲柄转角 $\phi e-f$ 大于 180° 的曲柄转角。

至此，柴油机经过了进气、压缩、燃烧膨胀及排气四个过程，完成了一个工作循环。以后活塞又由上死点下行，从而又开始了新的进气冲程，并按上述程序重复各个过程，如此不断地循环。

从上述四冲程柴油机工作原理中，可以看出有如下特点：

1. 曲轴回转两转，也就是在 720° 曲柄转角内，柴油机才完成一个工作循环。
2. 在四个冲程中，只有第三冲程是对外做功，而其它三个冲程只是起辅助作用，不但不做功，还需消耗功。
3. 曲轴两转中，排气阀、进气阀、喷油器只启闭一次，因此驱动它们的凸轮轴的轴速比曲轴慢一半。
4. 进气阀在上死点前开启，排气阀在上死点后关闭，两者同时开启的曲柄转角叫进、排气重叠角。

第三节 二冲程柴油机的工作原理

通过对四冲程柴油机工作循环的分析，看出它只是在工作冲程内，才真正起着输出动力的作用，而在进、排气冲程内，只不过是起了一个气泵的作用。因而，我们能否另外设置一个气泵来代替而省掉这两个冲程，使柴油机在二个冲程内就完成一个工作循环呢？实践证明，这是行得通的。这就是二冲程柴油机。

在二冲程柴油机中，一个工作循环只需活塞的两个冲程即可完成。这种柴油机不是靠活塞运动所造成的吸排作用来完成进排气过程，而是利用废气压力高于外界大气压力的自由排气，和预先在另外设置的气泵中被提高了压力的新鲜空气进入气缸的同时把废气驱除出气缸的。

图 1-5 是一台使用较广泛的一种二冲程柴油机的工作原理图。

二冲程柴油机与四冲程柴油机相比，有许多不同的地方。二冲程柴油机的气缸上都开有扫气口，以代替进气阀，它由活塞的移动来启闭。一般扫气口的高度约占活塞行程的 $10\% \sim 15\%$ 。另外二冲程柴油机还有特设的气泵，一般称为扫气泵。扫气泵以提高进气压力，使新鲜空气压力提高到 $10.79 \times 10^4 \sim 14.71 \times 10^4$ 帕（ $1.1 \sim 1.5$ 千克力/厘米 2 ）后再充入气缸。

二冲程柴油机的工作过程进行情况如下：

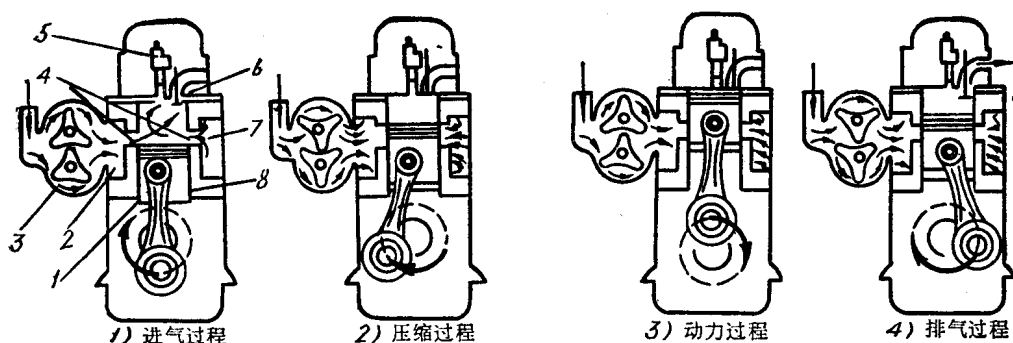


图1-5 二冲程柴油机工作原理图

1-气缸；2-进气室；3-扫气泵；4-扫气口；5-喷油器；6-排气阀；7-进气室；8-活塞

第一冲程——扫气及压缩。

活塞由下死点向上移动。活塞在遮住扫气口之前，扫气泵泵来的新鲜空气继续从扫气口进入气缸，并把废气经开启的排气阀清扫出去。活塞继续上行，遮住扫气口时，排气阀差不多也在此时关闭，于是扫气过程结束，压缩过程开始。气缸中的空气开始被压缩，当活塞行至上死点时，压缩过程结束。压缩终了时气缸内空气压力达 $343.23 \times 10^4 \sim 490.33 \times 10^4$ 帕 ($35 \sim 50$ 千克力/厘米²)，温度达 $700^\circ\text{C} \sim 800^\circ\text{C}$ 。

第二冲程——燃烧、膨胀及排气。

当活塞接近上死点，曲柄在上死点前 $10^\circ \sim 30^\circ$ 时，喷油器开始喷油，成雾状的柴油与高温高压空气混合，立即自行发火燃烧，气缸内温度、压力急骤上升，最高压力达 $441.30 \times 10^4 \sim 882.60 \times 10^4$ 帕 ($45 \sim 90$ 千克力/厘米²)，最高温度可达 $1600^\circ\text{C} \sim 1800^\circ\text{C}$ 。高温高压的燃气膨胀做功，推动活塞下行，直到排气阀打开为止。排气阀打开的时间，比活塞让开扫气口的时间稍早，气缸中的废气以 $29.42 \times 10^4 \sim 49.03 \times 10^4$ 帕 ($3 \sim 5$ 千克力/厘米²) 的压力经排气阀排出气缸，进行自由排气。当活塞下行至气缸内的压力下降至接近扫气压力时，活塞开始打开扫气口，新鲜空气即从扫气口进入气缸，并同时 will 将气缸中的废气驱除出去。新鲜空气进入气缸和废气被驱除出气缸这一同时进行的过程，称为扫气过程，此过程一直要延续到活塞回行把扫气口关闭为止。

据上分析可知，二冲程柴油机的工作有如下特点：

1. 二冲程柴油机曲轴每旋转一转，也就是 360° 曲柄转角，柴油机就完成一个工作循环。
2. 二冲程柴油机的进、排气过程几乎同时进行，因此具有较大的进排气重叠角。
3. 二冲程柴油机需要一个扫气泵，以提高进气压力，但不要进气阀，甚至有的排气阀也可不要。
4. 由于在气缸壁上开有扫气口，因而使气缸的有效工作容积变小。

第四节 四冲程柴油机与二冲程柴油机的比较

这一节我们主要从四冲程柴油机与二冲程柴油机的动力性能与经济性能二个方面来加以比较。

1. 由于四冲程柴油机曲轴回转二转做一次功，而二冲程柴油机曲轴回转一转做一次功，这就大大提高了柴油机的作功能力。从理论上说，如果气缸直径、活塞行程、曲轴转速等条

件都相同，二冲程柴油机的功率要比四冲程柴油机功率大一倍。但实际上由于二冲程柴油机的气缸壁上开有气口，使其工作容积减小，因而其功率为四冲程的1.6~1.8倍。显然，如果柴油机马力相同则二冲程柴油机的单位马力所占的重量要轻。

2. 由于二冲程柴油机在两个冲程中，就完成了个工作循环，因而它的运转要比四冲程柴油机运转平稳，转矩也较均匀。

3. 在构造方面，二冲程柴油机较四冲程柴油机简单，特别是气口扫气式的二冲程柴油机没有进、排气阀及其传动装置，因此它的维护和保养也就简单些。

二冲程柴油机虽有以上优点，但也有它的缺点：

1. 由于二冲程柴油机的换气过程即废气的清除和新鲜空气的充入，没有四冲程柴油机那样完善，热能利用率也就低些，所以二冲程柴油机的热效率比四冲程柴油机要低，也就是单位马力的耗油量较高。

2. 二冲程柴油机在扫气过程中，进入气缸的新鲜空气在排气口开启的时候，要同废气同时泄出一部分，这就增加了新鲜空气的消耗量，从而损失了柴油机的一部分功。

3. 在构造方面二冲程柴油机比四冲程柴油机多了一个扫气泵的装置，则就需要消耗6~12%的功率。

因此在选用四冲程柴油机与二冲程柴油机的问题上，一般大型低速柴油机采用二冲程，这是因为机器转速低，相对的换气矛盾不太突出的缘故。小型高速柴油机，一般采用四冲程为主，因为转速高后，换气问题成为主要矛盾，因而在这方面二冲程柴油机就受到限制。并且转速越高，换气越困难，所以除个别外一般都采用四冲程。至于中型中速柴油机，目前四冲程、二冲程均有采用。

第五节 船舶柴油机的主要型式和柴油机型号表示方法

一、根据柴油机的各种不同特点，船舶柴油机大体上有以下若干型式

1. 按完成一个工作循环所需冲程数分，有四冲程柴油机和二冲程柴油机。如135、250、350等系列属于四冲程柴油机；12VESDZ30/55、ESDZ43/82、6ESDZ75/160、6ESDZ76/160等属于二冲程柴油机。

2. 按气缸充气方法分，有增压柴油机与非增压柴油机。

3. 按转速高低分，柴油机的速度可用活塞平均速度 c_m 和曲轴转速 n 作为指标。

现有的船舶柴油机，其活塞平均速度的范围为3.5~13米/秒，曲轴转速的范围为1.67~50秒⁻¹（100~3000转/分）。

低速柴油机： $n < 4.17$ 转/秒（250转/分）， $c_m = 3.5$

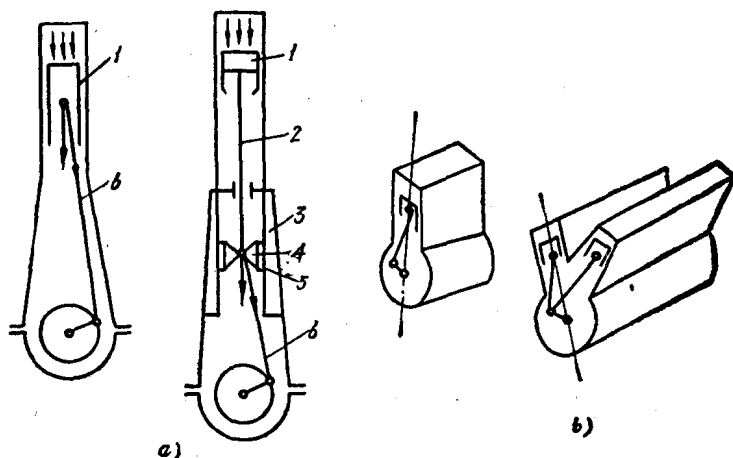


图1-6 气缸排列型式

1-活塞，2-活塞杆，3-导板，4-十字头，5-滑板，6-连杆

~6米/秒。一般用作主机，与螺旋桨直接连接。船舶主机的常用转速在1.67~2.5转/秒(100~150转/分)之间。

中速柴油机： $n=4.17\sim16.67$ 转/秒(250~1000转/分)， $c_m=6\sim8$ 米/秒。一般作为发电机的原动机。作主机时，它们与螺旋桨之间须经减速装置，但也有不经减速装置的。

高速柴油机： $n>16.67$ 转/秒(1000转/分)， $c_m=8\sim12$ 米/秒及12米/秒以上者。高速柴油机常作为应急发电机的原动机，如果用作主机，需经过减速装置减速。

4.按气缸排列来分，有：

单列式：气缸排成一行。如图1-6a。

多列式：气缸排成双列或其它多列。如图1-6b。

多列式柴油机的优点是尺寸和重量可以比同等功率的单列式柴油机小，但是它的曲轴及轴承的负荷较重。

二、船用柴油机型号表示方法

柴油机的种类很多，为了区别不同尺寸和类型的柴油机，多采用一些统一的符号和数字来表示。我国系列化的柴油机型号通常是以简单的几个字母和数字来表示柴油机的某些技术特性以及气缸直径和活塞行程等。现将常见的国产柴油机型号介绍如下：

1.船用大型柴油机型号

这类柴油机的型号有三个内容。第一部分表示气缸的数目；第二部分表示技术特性代号；第三部分表示气缸直径和活塞行程。其中第二部分是选取柴油机的几个主要技术特性，分别以汉语拼音的第一个字母来表示。例如：

6ESDZ76/160

其中：

6——气缸数目；

E——二冲程；

S——十字头；

D——(可)倒转；

Z——增压；

76——气缸直径(厘米)；

160——活塞冲程(厘米)。

这个型号表示该柴油机为6缸、二冲程、十字头式、可倒转、增压式船用柴油机，它的气缸直径是76厘米，活塞冲程是160厘米。

我国各厂制造的7ESDZ75/160、6ESDZ43/82及6ESDZ60/106等型柴油机其代号内容同上。

2.船用中、小型柴油机型号

我国中、小型柴油机有很多系列品种，其型号的表示方法尚未完全统一，这里介绍的是目前正在使用的型号表示方法。例如：

6135Z

其中：

6——气缸数目；

135——气缸直径(毫米)；

Z——表示增压。

从上例代号可以看出,我国中、小型柴油机的型号表示方法也可分为三部分:第一部分是一个数字,代表缸数;第二部分是一组数字,代表气缸直径(毫米);第三部分一般是一个字母(有时也可能是一个数)则表示机型的特征。关于最后一个字母代表的意义,各厂无统一的标准。

另外还有用C表示船用的,用G表示改进了的机型的。

如果不注出新字母,则说明是相对应的另一种结构。例如不注出“E”者,则为四冲程柴油机;不注出“S”者,则为箱式柴油机,其余类推。例如:6135柴油机,从型号一看能知它是6个气缸、缸径为135毫米、四冲程、箱式、不可反转、非增压、直列式柴油机。

第二章 柴油机的主要部件

柴油机的主要部件可分为两大类:

1. 固定部件;
2. 运动部件。

第一节 固定部件

柴油机的主要固定部件包括机座、主轴承、曲轴箱(在有十字头的柴油机中还有机架)、气缸体、气缸套及气缸盖(如图2-1所示)。它们形成发动机的气缸工作空间及曲轴箱空间,并支承发动机的所有其它机件及各种附属装置。所有这些固定部件都用螺栓紧密地连接在一起,组成一个坚固的刚性整体。

固定部件实际上决定了柴油机的外形和外廓尺寸,在重量上,它约占整合柴油机的70%左右。因此,要求柴油机各固定部件结构紧凑、轻巧、有足够的强度与刚度、便于管理操作和检查修理。

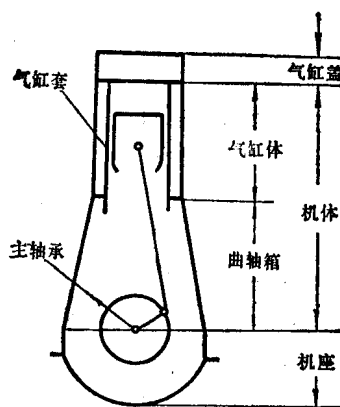


图2-1 固定机件简图

一、机 座

机座是全机的基础,位于柴油机的最底部,上面支承着曲轴箱、气缸体、气缸套、气缸盖、运动部件及所有附属机件的重量,还间接承受燃气压力及各运动部件的惯性力。机座上装有主轴承,安放曲轴,并有曲轴回转空间。机座底面则紧固于船体的基座上。机座还可收集由运动部件轴承处流出来的滑油。

机座须有足够的强度和刚性,以防止柴油机运转时发生变形。机座上装着全部的运动部件,包括活塞、连杆、曲轴等,它们的正确位置是靠机座的正确支承来保证的。如果机座发生了变形,柴油机运动部件就会失去正确的轴线位置,使柴油机运转不正常并加速机件的磨

损。

在尺寸较小的柴油机中，机座通常用铸铁铸造。在尺寸较大时，多采用钢材焊接。焊接机座的重量比铸造机座轻，因此得到愈来愈广泛的采用。

图 2-2 所示是一般中、小型柴油机铸造机座的典型结构。此种机座大都为长方形，四周凸出的边缘上有许多螺孔 4，以便于用螺栓把机座固紧在船体基座上。机座底部凹下去成槽形，槽内贮存润滑油，并有进出油孔 3。机座的横向有许多横隔板 2 相连接，在横隔板上安置主轴承座 1，以支承曲轴。横隔板把机座分成数个小间，加强了机座的强度与刚度。

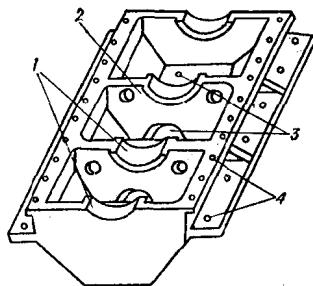


图 2-2 柴油机机座
1-主轴承座；2-横隔板；
3-油孔；4-螺孔

二、主 轴 承

柴油机的主轴承大多为滑动轴承，但也有用滚柱轴承的。

1. 滚柱主轴承。图 2-3 是 135 型柴油机的滚柱主轴承，其优点是摩擦系数小，消耗功少。但滚柱轴承承压能力小，且对其材料与加工要求较高，故一般只用于小型柴油机。

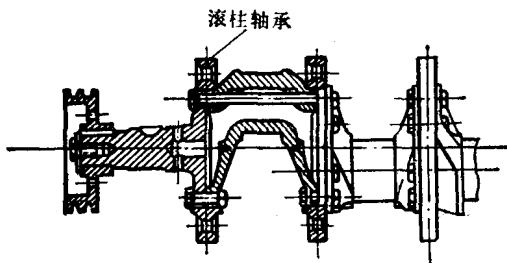


图 2-3 滚柱轴承

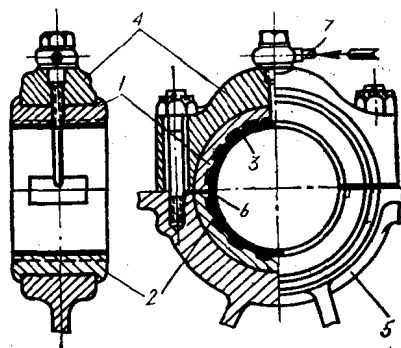


图 2-4 正置式轴承
1-上轴瓦；2-下轴瓦；3-耐磨合金；
4-轴盖；5-轴承座；6-垫片；7-油管

2. 滑动主轴承。图 2-4 是柴油机正置式主轴承。它由上轴瓦 1 和下轴瓦 2 所组成，其表面浇铸耐磨合金 3，里面一层称为背垫。轴盖 4 紧压着上轴瓦 1，用两个或四个螺栓紧固在机座 5 上。在轴盖上装有进油管，轴瓦上开有油孔，滑油从此进入润滑。在上下轴瓦内侧铣有斜油槽，作储积滑油，以便更好地把滑油分布到轴承的全部宽度范围内，同时也起着沉积机械杂物或炭污的作用。斜油槽的宽度约为轴瓦的三分之二，其两端各留出一定的边缘，防止大量滑油外流。上下轴瓦间有垫片 6，用以调整主轴颈与轴瓦的油隙。

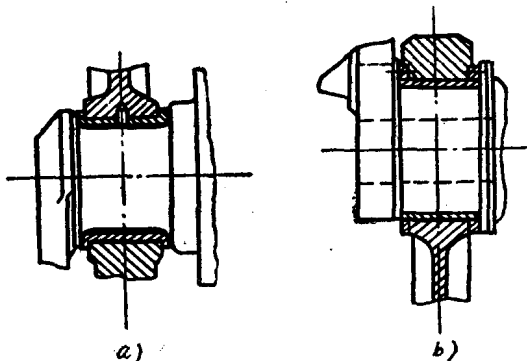


图 2-5 定位轴承
a) 翻边；b) 平头螺栓紧固

船舶柴油机的主轴承用来支承曲轴，使曲轴能在其中平稳转动。在发动机的全部主轴承中，通常有一个定位轴承，如图 2-5 所示。它

除了支承曲轴之外，还具有防止曲轴发生轴向移动的作用。

船舶柴油机在工作中，由于燃气的压力和运动部件的惯性力是通过曲轴作用在主轴承上，使主轴承受冲击载荷，同时主轴承与主轴颈之间有相对的回转运动而产生磨损，因此主轴承应有足够的强度和耐磨性能。主轴承与主轴颈之间应有适当的油隙，一般约为主轴颈直径的千分之一，以形成油膜和达到溢流润滑，带走轴承上的热量。轴承间隙太大，将发生振动和敲击，使耐磨合金迅速磨损，甚至发生裂痕。如果间隙太小，轴承缺油则将发生过热烧瓦，甚至抱轴等事故。

轴瓦由两块合为一副。定位轴承的轴瓦则需翻边，以便承受轴向推力。轴瓦又可分为厚壁轴瓦和薄壁轴瓦两种。

厚壁轴瓦：它的背壳厚度为5~10毫米左右，瓦底浇有2~5毫米厚的减磨合金。

薄壁轴瓦：它的背壳厚度为3~6毫米，瓦底浇有0.5~1.5毫米厚的减磨合金。这种轴瓦壁厚性大，能与轴颈较好地贴合，故承载力较大，多用于高速柴油机。

轴瓦合金层的厚度是根据轴承的内径大小而定，具体大小可查规范。

当轴承磨损后，间隙增大，可以抽掉垫片来恢复正常间隙。当垫片抽光后间隙仍大时，可用旧底壳重浇合金重新装配。薄壁轴瓦是没有垫片的。磨损间隙超过容许值后，就需换新。

主轴承受有较大的冲击载荷，且易磨损及发热。各部采用材料是：

主轴承盖：HT28-48 铸铁或铸钢。

轴承螺栓：45号钢。

轴瓦：厚壁轴瓦背壳采用青铜、25号或30号钢，瓦底浇铸锡基巴氏合金。薄壁轴瓦背壳采用10号或15号钢制成，瓦底浇铸铜铅合金。

三、机 架

机架是柴油机的主要骨架，它是十字头式柴油机气缸与机座的连接件。同时它还要承受十字头的侧压力。

机架有箱式和柱式两种主要型式。它们可用铸铁铸造，也可以用钢材焊接而成。

在十字头式发动机中，通常采用柱式结构。这种机架由设在每个主轴承平面内的各独立的柱式构件组成，其形状如A字，通常称A型机架，如图2-6所示。各A字型机架的两侧，用钢板连接和密封。为了安装十字头导板，机架的内侧制有凸边。此种机架构造简单，也便于机器内部的检查和修理工作。

四、气 缸 体

气缸体是气缸的外壳，它的下部与曲轴箱相连，上部安装气缸盖，内部则装入气缸套，与活塞、气缸盖共同形成气缸工作空间。一般中小型多缸柴油机都将整台柴油机的气缸体与曲轴箱制造成一个整体，总称为机体。在某些大型柴油机中，由于制造上的原因，气缸体都

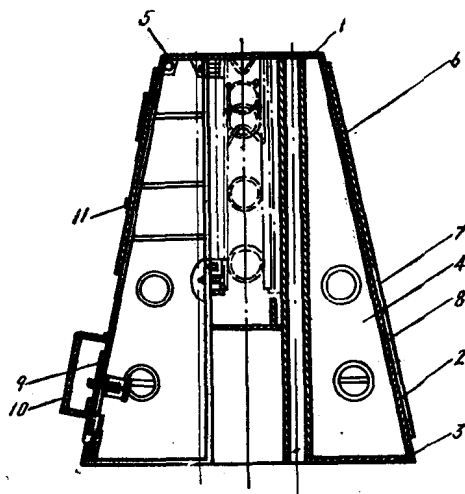


图2-6 A字型机架

1-上横梁；2-倾斜支柱；3-下横梁；4-面板；5-横档；6-加强板；7-道门；8-盖板；9-防爆门；10-保护罩；11-气化痰接头

与曲轴箱分开，有时还常把每个气缸体单独制造，然后用螺栓连接起来。

气缸体与气缸套之间，有冷却水空间，用以冷却气缸套。气缸体的材料大都采用铸铁（HT24-44、HT28-48 或合金铸铁）铸造。

五、气 缸 套

柴油机气缸套呈圆筒形，它的顶部上安装气缸盖，里面装有活塞。这样，气缸套内的密封空间就形成燃料燃烧的工作室。因此，气缸套功用有以下几点：

1. 与气缸盖及活塞形成燃料的燃烧空间；
2. 引导活塞作往复运动；
3. 把燃烧后的余热传导给冷却水，以保持正常工作温度；
4. 二冲程柴油机气缸套的中部开有气口，它与活塞配合，共同控制扫气过程。

气缸套的工作条件比较差，直接与燃烧气体接触，在高温高压下工作，且受高温气体的化学侵蚀；内壁与高温气体接触，外壁与冷却水接触，形成很大的温度差，产生热应力；与活塞摩擦而产生机械磨损且受活塞的侧推力。因此，对气缸套的材料要有一定的要求，通常采用 HT24-44、HT28-48、HT32-52 铸铁。

柴油机的气缸套构造有三种型式：湿式气缸套、干式气缸套和带有水夹层的气缸套。

气缸套的具体构造随发动机的型式和气缸套的本身型式而不同。最常见的四冲程柴油机的湿式气缸套如图 2-7 所示。气缸套 1 上有凸缘搭在气缸体 2 上，气缸套外圆与气缸体的内壁组成冷却水流动的空间，为了防止冷却水的流出，在冷却水空间上部与下部配合面上各装有橡胶密封圈 3 与 4。

气缸套顶部平面被气缸盖压紧，为了防止它们间的漏气，气缸套顶部与气缸盖底平面之间装有密封铜圈或紫铜皮夹石棉的垫床。

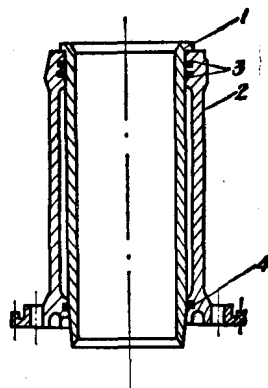


图 2-7 四冲程柴油机气缸套
1-气缸套；2-气缸体；3、4-密封圈

六、气 缸 盖

气缸盖是柴油机的重要部件之一，它不仅构造复杂，而且工作条件和受力情况也十分复杂。

气缸盖位于气缸体的顶部，用螺栓与气缸体牢固地联结在一起。

柴油机的气缸盖有以下三点功用：

1. 封闭气缸工作空间，形成一个密闭的燃烧室；
2. 在气缸盖上安装各种附件，如喷油器，进、排气阀，安全阀，起动阀及试验阀等；
3. 在气缸盖内部设有引导气流进入或排出气缸的进、排气通道和冷却水通道和空间。

气缸盖被缸盖螺栓紧固，而受到很大机械负荷；它的底部周期性地受到高温、高压气体的作用，使金属壁热膨胀不均匀，从而产生较大的热应力；此外，它还受到水和高温高压气流的作用，极易产生腐蚀；加上由于气缸盖构造复杂，孔道繁多，铸造很难完善。因此，它是一个冷热不均，受力复杂的易坏部件。

气缸盖所采用的材料，既要有足够的强度，又要耐高温，而且膨胀系数要小和铸造性能