




轮机专业

中华人民共和国
内河船舶船员适任考试培训教材

船舶动力装置

(一、二等船舶)

 中国海事服务中心组织编审

主编 韩雪峰
主审 张树峰 丁功书



 大连海事大学出版社

中华人民共和国
内河船舶船员适任考试培训教材
(轮机专业)

船舶动力装置

(一、二等船舶)

中国海事服务中心组织编审

主编 韩雪峰

主审 张树峰 丁功书

大连海事大学出版社

内 容 提 要

本书主要介绍内河一、二等船舶柴油机的基本知识、主要部件、主要系统、增压装置、船舶轴系和螺旋桨以及柴油机理论知识,对柴油机主要结构、性能、调试、管修要点和常见故障的诊断与处理等进行了重点介绍。全书共分六章。

本书系内河一、二等船舶轮机人员适任考试培训教材。也可作为轮机工作者的自学读物。

图书在版编目(CIP)数据

船舶动力装置:一、二等船舶 / 韩雪峰主编. —大连:大连海事大学出版社, 2006. 3
(中华人民共和国内河船舶船员适任考试培训教材)
ISBN 7-5632-1937-4

I. 船... II. 韩... III. 船舶机械—动力装置—技术培训—教材 IV. U664.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 161021 号

大连海事大学出版社出版

地址:大连市凌海路 1 号 邮编:116026 电话:0411-84728394 传真:0411-84727996

http://www.dmupress.com E-mail:cbs@dmupress.com

武汉中远印务有限公司印装 大连海事大学出版社发行

2006 年 2 月第 1 版 2006 年 2 月第 1 次印刷

幅面尺寸:185 mm×260 mm 字数:360 千字 印张:14.25

责任编辑:杨子江 版式设计:天水

封面设计:王艳 责任校对:沈荣欣

定价:29.50 元

序

随着我国现代化建设的深入发展，内河航运已由干支贯通，走向江海直达，多形式、多层次、多渠道的航运网络已经形成，在国民经济发展中起到越来越大的作用。党的十六届五中全会站在历史的新高度，提出发展水运事业，以适应建设和谐社会之需要，这充分体现了党中央对水运事业发展的高度重视。经过持续发展，我国目前已经建立了一个较为庞大的水路运输系统，内河航道通航里程超过 12 万公里，运输船舶达到近 20 万艘，净载重量达 3 800 万吨，持证船员达一百余万人。

交通部为了发展内河船舶运输业，确保水上交通安全和畅通，建设一支思想道德素质高、业务技术能力强的船员队伍，根据《中华人民共和国内河交通安全管理条例》等法律法规，制定了《中华人民共和国内河船舶船员适任考试发证规则》。部海事局狠抓规则的实施工作，组织专家在充分调查研究的基础上，制定了我国《内河船舶船员适任考试大纲》。参照大纲，中国海事服务中心组织编写出版了这套《内河船舶船员适任考试培训教材》，以保障“十一五”期间全国内河船员统一考试的有效实施。

《内河船舶船员适任考试培训教材》的出版是全国内河船员管理工作的一件大事，为统一组织全国内河船员考试提供了一个有利条件，满足了广大船员备考之需，对提高教学、培训质量和内河船员整体素质有积极作用，同时也对船舶的安全管理、操作和维护提供了很好的指导。

在本套教材出版之际，我衷心希望广大船员刻苦学习，认真实践，立足船舶岗位，不断提高自己的文化和业务素质，为水上交通运输安全和防止内河水域污染作出更大贡献。



中华人民共和国海事局常务副局长

2005 年 12 月

前言

为提高内河船员培训质量，根据交通部颁布的《中华人民共和国内河船舶船员适任考试发证规则》和海事局组织制定的《中华人民共和国内河船舶船员适任考试大纲》的要求，中国海事服务中心组织在内河船舶运输领域有着丰富教学和培训经验的专家、教授、高级讲师编写了这套《内河船舶船员适任考试培训教材》，并组织实践经验丰富的海事管理机构专家和船公司的指导船长、指导轮机长对教材进行了审定。

在编写教材前，对内河船舶运输现状进行了调研。在准确把握内河船员应具备的思想和业务素质的前提下，以应知应会知识技能训练为基础、理论与实际相结合为原则，并强调了船员对相关法律、法规的学习掌握。

本教材作为内河船员适任考试培训教材，能够满足内河船员考试培训的需要，为船员的业务学习提供帮助，提高内河船员整体业务素质。本教材还可供海事管理机构和船员培训机构人员学习参考，促进考前培训质量的提高。

本系列教材分驾驶专业和轮机专业两部分，驾驶专业包括《船舶操纵》、《船舶避碰与信号》、《职务与法规》、《航道与引航》、《船艺》、《造船轮机大意》、《船舶驾驶》、《船舶管理》八种教材，轮机专业包括《船舶动力装置》、《船舶辅机》、《机舱管理》、《船舶电气》、《轮机基础理论》、《造船大意》、《轮机管理》、《轮机基础》八种教材，另外还有一本适用于五等船舶船员培训用书《驾驶、轮机常识》。

《船舶动力装置（一、二等船舶）》由重庆交通学院韩雪峰副教授和雷林副教授、辽宁海事局高级工程师谷学华共同编写，全稿由韩雪峰主编，由张树峰、丁功书主审。

教材在编写过程中得到了交通部海事局领导和专家的关心和指导，相关海事部门和船公司对教材编写也提供了热情的帮助和支持，在此一并表示感谢！由于编者水平有限，加上时间仓促，书中难免存在错误和疏漏，欢迎广大读者和专家批评指正。

中国海事服务中心

2005年12月

目 录

第一章 柴油机基本知识	(1)
第一节 柴油机常用的几何名词	(1)
第二节 四冲程柴油机(非增压)的工作原理及特点	(3)
第三节 二冲程柴油机的工作原理及特点	(5)
第四节 二冲程柴油机与四冲程柴油机优缺点比较	(7)
第五节 柴油机定时图的绘制方法及其应用	(8)
第六节 国产柴油机型号表示法	(8)
第七节 船舶柴油机的分类	(9)
复习题	(10)
第二章 柴油机主要部件	(14)
第一节 机座、机体、主轴承、十字头	(14)
第二节 气缸盖、气缸套	(21)
第三节 活塞组件	(27)
第四节 连杆组件	(31)
第五节 曲轴组件	(34)
第六节 运动部件的船上校中	(46)
复习题	(49)
第三章 柴油机主要系统	(54)
第一节 船用柴油机换气系统	(54)
第二节 燃烧基本知识与燃油系统	(63)
第三节 柴油机润滑系统	(94)
第四节 柴油机冷却系统	(100)
第五节 柴油机起动装置	(104)
第六节 柴油机调速装置	(118)
第七节 柴油机换向装置	(126)
复习题	(137)
第四章 柴油机增压装置	(142)
第一节 柴油机增压的目的	(142)
第二节 废气涡轮增压的分类、结构及工作原理	(142)
复习题	(155)
第五章 船舶轴系和螺旋桨	(159)
第一节 船舶轴系	(159)
第二节 螺旋桨	(172)
第三节 螺旋桨和船体之间的相互影响	(175)
第四节 主机功率的传递及其效率	(175)

第五节	螺旋桨的空泡现象	(176)
第六节	测量螺旋桨的螺距	(176)
	复习题	(177)
第六章	柴油机理论知识	(183)
第一节	柴油机的振动和平衡	(183)
第二节	柴油机推进轴系的扭转振动及减振	(186)
第三节	柴油机的主要工作指标及其测定	(191)
第四节	柴油机的特性	(201)
第五节	柴油机故障诊断	(211)
	复习题	(215)

第一章 柴油机基本知识

柴油机自 1897 年问世以来，经历了一个多世纪的发展，各种性能都有很大的提高，在动力机械中占据极为重要的地位，在船舶动力中更是占统治地位。目前，在内河船舶中，都采用柴油机作为主机与副机。

柴油机是一种以柴油作为燃料的热力发动机（简称热机）。热机是进行两次能量转换的机械。其基本工作原理是：燃料在一个特设的装置中燃烧，将燃料中所含的化学能转变为热能并用来加热工质，然后在发动机中将这种工质的热能转变为机械能。热机是目前应用最广的一种原动机。

按照燃料燃烧场所的不同，热机可分为外燃机和内燃机两大类。外燃机的燃料在发动机外部的锅炉中燃烧放热，利用水为介质产生高压蒸汽，再引入发动机内膨胀做功，往复式蒸汽机和蒸汽轮机就属于外燃机；内燃机中燃料的燃烧和热能的放出以及热能转变为机械能都在发动机的内部进行，如柴油机、汽油机和燃气轮机等。与外燃机相比，内燃机无需经过中间工质来传递热能，其热损失小、热效率高。

柴油机的基本工作原理就是空气在气缸内被压缩而产生高温，喷入气缸的燃油在高温条件下自行燃烧，生成高温高压的燃气，并由燃气膨胀做功。其过程涉及两次能量转换：化学能转化为热能，热能转化为机械能。柴油机中燃油的化学能要经过燃烧才能变成热能。要燃烧就必须有空气。因此，在喷入燃油之前必须先使空气进入气缸。但光有空气和燃油若无点火源（热源）还是不能燃烧。柴油机是靠压缩发火的，压燃式内燃机将从大气中吸入柴油机气缸内的室温空气，先依靠活塞上行压缩，使之达到足够高的温度和压力，此时再将燃油以雾状喷入，即可在高温高压的空气中自燃。燃油燃烧后放出大量的热能，使燃气的压力、温度急剧增高，在气缸内膨胀，推动活塞做功，并通过曲柄连杆机构对外做功，使热能转化为机械能。燃气膨胀做功后变成废气，排出气缸。

由此可见，柴油机一个完整的工作循环是由进气、压缩、喷油着火燃烧、膨胀做功和排气五个过程组成。

第一节 柴油机常用的几何名词

柴油机常用的几何名词如图 1-1 所示。

- (1) 气缸直径 D 。气缸套的名义内径。
- (2) 曲柄半径 R 。曲柄的曲柄销轴线与主轴颈轴线之间的距离。
- (3) 上止点 (TDC)。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。
- (4) 下止点 (BDC)。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。
- (5) 冲程 S 。上、下止点之间的距离。活塞运动一个冲程，曲柄回转 180° ，所以冲程等于曲柄半径的 2 倍，即 $S=2R$ 。

(6) 压缩容积 V_c 。活塞位于上止点时，活塞顶与气缸盖底面之间的气缸空间，又称燃烧室容积。

(7) 气缸工作容积 V_h 。活塞从上止点到下止点所扫过的气缸空间，又称活塞排量或冲程容积。

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

(8) 气缸总容积 V_a 。活塞在下止点时，活塞顶以上的所有气缸空间，它是压缩容积与气缸工作容积之和。

$$V_a = V_c + V_h$$

(9) 压缩比 ε 。气缸总容积与压缩容积的比值。

$$\varepsilon = \frac{V_a}{V_c} = \frac{V_c + V_h}{V_c} = 1 + \frac{V_h}{V_c}$$

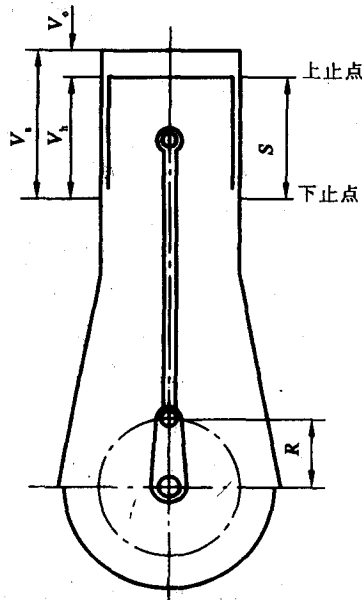


图 1-1 柴油机常用的几何名词

压缩比实际上是空气被压缩前最大体积与被压缩后最小体积之比，它表明了气缸内空气被活塞压缩的程度。压缩比是影响柴油机气缸中压缩终了新鲜空气温度与压力大小的最主要因素，压缩比越大，压缩终点时气缸内空气的压力和温度就越高，燃油就越容易燃烧。反之，压缩比越小，压缩终点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 对柴油机的燃油燃烧、效率、起动性能和机械负荷等影响很大。柴油机压缩比下限应能保证冷车起动可靠与低负荷运转稳定。

第二节 四冲程柴油机（非增压）的工作原理及特点

用四个冲程，即曲轴回转两转完成一个工作循环的柴油机称为四冲程柴油机。四个冲程分别是：进气冲程、压缩冲程、燃烧膨胀冲程和排气冲程。

图 1-2 的四个简图分别表示柴油机工作循环四个冲程进行的情况及活塞、连杆、曲柄的位置的相应变化情况。

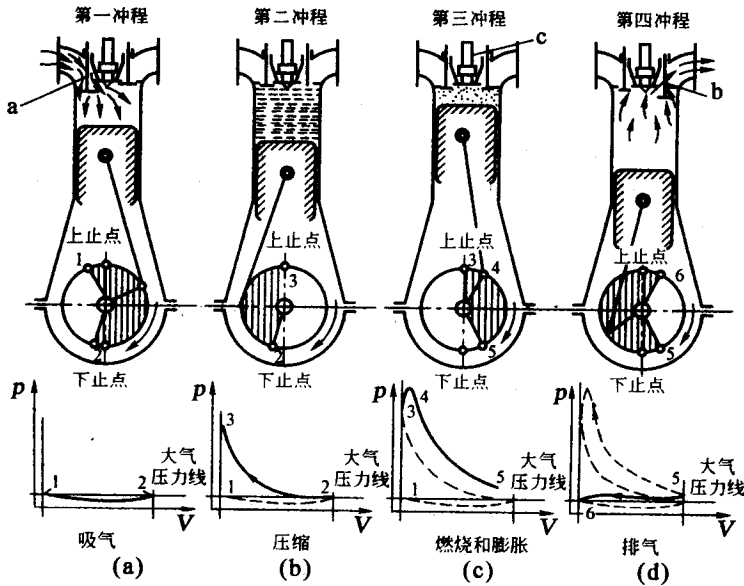


图 1-2 四冲程柴油机的工作原理

$p-V$ 图表示气缸内气体压力随气缸容积的变化情况。

第一冲程：进气冲程

这一冲程的任务是让气缸内充满新鲜空气。进气冲程开始时，活塞从上止点向下移动，这时进气阀 a 已经打开，排气阀 b 关闭。随着活塞下移，气缸容积增大，缸内压力下降，低于外界大气压，利用气缸内外的气压差作用，新鲜空气经进气阀进入气缸。由于受流阻等影响，在进气过程的大部分时间里，气缸内压力低于大气压力，到下止点时，缸内气压为 $0.08 \sim 0.095 \text{ MPa}$ ，温度为 $30 \sim 70^\circ\text{C}$ 。这时，排气阀和喷油器均关闭着。

为了使柴油机作功更完善，必须在进气过程中尽可能多地吸入新鲜空气。为此，整个进气过程是超过曲柄转角 180° 的，曲柄位于点 1 时进气阀已打开，曲柄位于点 2 时进气阀才关闭。进气阀开启始点至至上止点的曲柄转角叫进气提前角。进气阀提前开启的目的是为了新鲜空气进入气缸时，进气阀已有足够的开度。下止点到进气阀关闭位置的曲柄转角叫做进气延迟角。进气阀延迟关闭的目的是为了利用进气流的惯性，尽可能多地向气缸充入新鲜空气。整个进气过程所占的总角度 ϕ_{1-2} （图中阴影线所示的角度）约为 $220^\circ \sim 250^\circ \text{ CA}$ （曲柄转角，下同）。进气热力过程变化见图 1-2 (a) 中 1-2 曲线。

第二冲程：压缩冲程

这一冲程的任务是提高缸内新鲜空气的压力及温度,为喷入气缸的柴油自行着火燃烧及燃气膨胀作功创造条件:活塞从下止点向上运动,自进气阀 a 关闭(曲柄到达点 2)时开始压缩,一直到活塞到达上止点(曲柄到达点 3)为止。活塞上行,气缸容积减少,缸内气体压力和温度随之升高,到达压缩终点时,压力增高到 3~4.5 MPa,温度升至 600~700°C(柴油的自然温度为 270°C 左右),通常压缩终了的气体压力和温度分别用 p_c 和 T_c 表示。压缩过程总角度约为 140°~160° CA。压缩热力过程变化见图 1-2 (b) 中 2-3 曲线。

四冲程柴油机当进气阀完全关闭瞬时的气缸容积与压缩容积之比值称为有效压缩比。

第三冲程: 燃烧和膨胀冲程

这一冲程将完成两次能量转换,是柴油机对外作功的冲程。在活塞到达上止点前,燃油经喷油器 c 以雾状喷入气缸的高温高压空气中,并与其混合,在上止点附近自燃,由于燃油强烈燃烧,使气缸内气体温度迅速上升到 1 400~1 800°C 或更高些,压力增加至 5~8 MPa,甚至 13 MPa 以上。燃烧产生的最高压力称最高爆发压力,用 p_{max} 表示,最高温度用 T_{max} 表示。高温高压燃气(即工质)膨胀推动活塞下行作功。在上止点后的某一时刻(曲柄位于点 4)燃烧基本结束,燃气继续膨胀,到排气阀 b 在下止点前点 5 开启时膨胀过程结束。膨胀终了时气缸内气体压力 p_b 为 0.25~0.45 MPa,温度 t_b 为 600~700°C。

四冲程机燃烧膨胀过程所占的总角度 ϕ_{3-4-5} 为 130°~160° CA。热力过程变化如图 1-2 (c) 中 3-4-5 曲线。

第四冲程: 排气冲程

这一冲程的任务是尽可能充分地将作功后的废气排出气缸。排气阀也是提前开启,延迟关闭。排气阀 b 开启时,活塞尚在下行,废气靠气缸内外压力差自由排气。从排气阀开启到下止点的曲柄转角叫做排气提前角。当活塞从下止点上行时,废气被活塞推出气缸,此时排气过程是在略高于大气压力(1.05~1.1 倍大气压)且在压力基本不变情况下进行的。排气阀一直延迟到活塞到达上止点之后(曲柄位于点 6)才关闭,这样可利用气流的惯性作用,继续排出一些废气。上止点到排气阀关闭位置的曲柄转角叫做排气延迟角。

四冲程机排气冲程所占的总角度 ϕ_{5-6} 为 210°~240° CA。其热力过程变化如图 1-3 (d) 5-6 曲线。

进行了上述四个冲程,柴油机就完成了一个工作循环,如此循环往复使柴油机得以连续运转。

柴油机各过程开始和结束,进、排气阀的启闭,喷油泵供油开始,起动阀启闭等各时刻都可用该时刻曲柄位置相对于上、下止点的角度来表示并反映在一个圆形图中。这个图称为柴油机定时图。以上、下止点为基准,用曲柄转角表示的进、排气阀,喷油器,起动阀开始开启和完全关闭的时刻总称为柴油机的定时(正时)。气阀启闭时刻称为配气定时,喷油器开启时刻称为喷油定时,起动阀启、闭时刻称为起动定时。

图 1-3 为 6350C 型柴油机定时图。曲柄转向(自飞轮端看)为顺时针。如图,在进气上止点前后 36°,进、排气阀同时开启着,这段重叠的曲柄转角称为进、排气重叠角。在这一角度范围内,进气阀开度尚小,废气因流动惯性排出气缸,不会向进气管内倒灌,且在惯性排气时,燃烧室内形成低压,可将新鲜空气吸入气缸并更好地将废气扫出,实现燃烧室扫气并降低气缸热负荷。

增压柴油机的进、排气重叠角比同型非增压机要大。

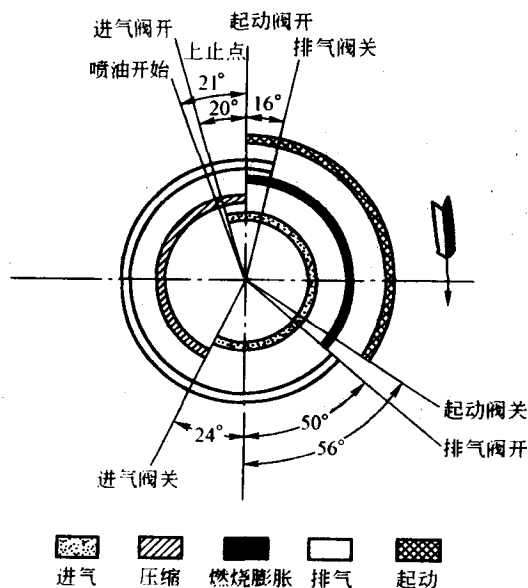


图 1-3 6350C 型柴油机定时图

第三节 二冲程柴油机的工作原理及特点

通过活塞的两个冲程完成一个工作循环的柴油机称为二冲程柴油机，二冲程柴油机完成一个工作循环曲轴只转一圈，即 360° 。与四冲程柴油机相比，它提高了作功能力，在具体结构及工作原理方面也存在较大差异。

二冲程柴油机与四冲程柴油机基本结构相同，主要差异在配气机构方面。二冲程柴油机没有进气阀，有的连排气阀也没有，而是在气缸下部开设扫气口及排气口；或设扫气口与排气阀机构。并专门设置一个由运动件带动的扫气泵及储存压力空气的扫气箱，利用活塞与气口的配合完成配气，从而简化了柴油机结构。

图 1-4 是二冲程柴油机工作原理图。扫气泵 b 附设在柴油机的一侧，它的转子由柴油机带动。空气从泵的吸入口 a 吸入，经压缩后排出，储存在具有较大容积的扫气箱 d 中，并在其中保持一定的压力。现以图 1-4 说明二冲程柴油机的工作原理。

燃烧膨胀及排气冲程：

燃油在燃烧室内着火燃烧，生成高温高压燃气。活塞在燃气的推动下，由上止点向下运动，对外作功。活塞下行直至排气口 f 打开（此时曲柄在点 1 位置），此时燃气膨胀作功结束，气缸内大量废气靠自身高压自由排气，从排气口 f 排入到排气管 g。当气缸内压力降至接近扫气压力时（一般扫气箱 d 中的扫气压力为 $0.105 \sim 0.140 \text{ MPa}$ ），下行活塞把扫气口 e 打开（此时曲柄在点 2 的位置），扫气空气进入气缸，同时把气缸内的废气经排气口 f 赶出气缸。活塞运行到下止点，本冲程结束，但扫气过程一直持续到下一个冲程排气口关闭（此时曲柄在点 4 位置）为止。

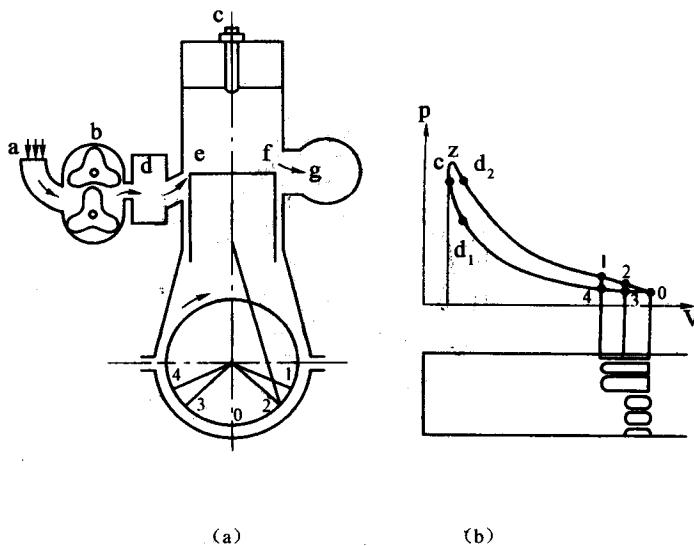


图 1-4 二冲程柴油机工作原理示意图

扫气及压缩冲程:

活塞由下止点向上移动, 活塞在遮住扫气口 e 之前, 由扫气泵供给储存在扫气箱内的空气, 通过扫气口进入气缸, 气缸中的残存废气被进入气缸的空气通过排气口 f 扫出气缸。活塞继续上行, 逐渐遮住扫气口, 当扫气口完全关闭后 (此时曲柄在点 3 位置), 空气停止充入, 排气还在进行, 这阶段称为“过后排气阶段”。排气口关闭时 (此时曲柄在点 4 位置), 气缸中的空气就开始被压缩。当压缩至上止点前 d_1 点时, 喷油器将燃油喷入气缸, 与高温高压的空气相混合, 随即在上止点附近发火, 自行着火燃烧。本冲程结束, 并与前一冲程形成一个完整的工作循环。

二冲程柴油机当气口被活塞完全关闭瞬时的气缸容积与压缩容积之比值称为有效压缩比。

二冲程柴油机示功图见图 1-4 (b), 其中, d_1 为喷油始点, c 为活塞上止点, d_2 为燃烧终点。二冲程柴油机定时图及进排气重叠角范围请见图 1-5 及表 1-1。

表 1-1 ESDZ43/82B 型柴油机定时表

名称	定时	
	开启	关闭
扫气口	下止点前 39.5°CA	下止点后 39.5°CA
排气阀	下止点前 90°CA	下止点后 56°CA
重叠角	79°CA	
起动阀	上止点前 0°CA	下止点前 90°CA
喷油器	上止点前 10.5°CA	随喷油量大小而异

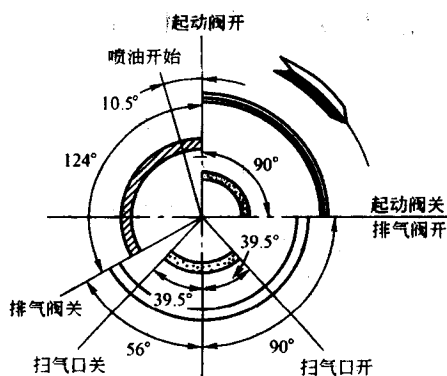


图 1-5 ESDZ43/82B 型柴油机定时图

第四节 二冲程柴油机与四冲程柴油机优缺点比较

二冲程柴油机与四冲程柴油机相比具有一些明显优点，当然也存在本身固有的缺点。

一、优点

(1) 提高了柴油机的作功能力。完成一次工作循环，四冲程柴油机要占用四个冲程，而二冲程柴油机只占用两个冲程，对于两台气缸尺寸及转速相同的柴油机，二冲程柴油机的功率似乎应比四冲程大一倍。但是实际上，由于二冲程柴油机在气缸套上开有气口而使工作容积有所减少，机械传动的扫气泵也要消耗一定的功率等原因，因此，功率只能增大 60%~80%。显然，若两者功率相同，则二冲程柴油机的尺寸较小，质量较轻。

(2) 简化了柴油机结构。省去了进气阀及其传动装置。对有些二冲程柴油机，还省去了排气阀及其传动装置，所以，其维护保养工作就简单方便得多。

(3) 改善了柴油机的动力性。由于二冲程柴油机是在两个冲程内完成一个工作循环，比四冲程柴油机的转矩要均匀，所以运转较平稳。

二、缺点

(1) 换气质量较差，热效率较低。二冲程柴油机不像四冲程柴油机那样有独立的进、排气过程，而换气过程是附设在膨胀过程之末和压缩过程之初，使得换气时间很短；扫气过程新鲜空气与废气又掺混严重；新鲜空气还随废气一起泄出一部分，增加了空气消耗量，所以换气质量差，燃油燃烧不完善，热能利用不充分，热效率比四冲程柴油机低。

(2) 热负荷较高。在转速相同时，气缸内每单位时间的燃烧次数，二冲程机是四冲程机的两倍，因此，与气缸内高温燃气相接触部件热负荷比较高。

二冲程柴油机的上述缺点，随转速的增加，会变得更加严重。所以，大型低速柴油机采用二冲程；小型高速柴油机采用四冲程；中型中速机，四冲程、二冲程均有采用，但以四冲程机为主。

第五节 柴油机定时图的绘制方法及其应用

如前所述,合适的定时是确保柴油机安全性、可靠性、动力性、经济性的基础。定时图可以直观、明了、全面地表示柴油机各热力过程开始和结束的时刻,因此,柴油机说明书中均以定时图来表示该机的定时,用以指导管理人员操作、管理、拆检、调试柴油机。

一般绘制柴油机定时图的方法和要求如下:

(1) 已知某柴油机进气阀、排气阀(或扫气口)、起动阀、喷油器(或喷油泵)开始打开及完全关闭的时刻相对于上、下止点的曲柄转角,并列表;

(2) 以曲轴中心为圆点做十字交线(点画线),在垂直线上、下位置分别标明上止点、下止点,并用箭头标示正车转向;

(3) 用量角器分别量出各定时的角度,并过圆点做相应直线,标明定时名称;

(4) 按进气、压缩、膨胀、排气、起动的顺序,以正车转向由内向外分别做圆弧,连接各热力过程的始、终点,再标明定时角度;

(5) 标明图例。

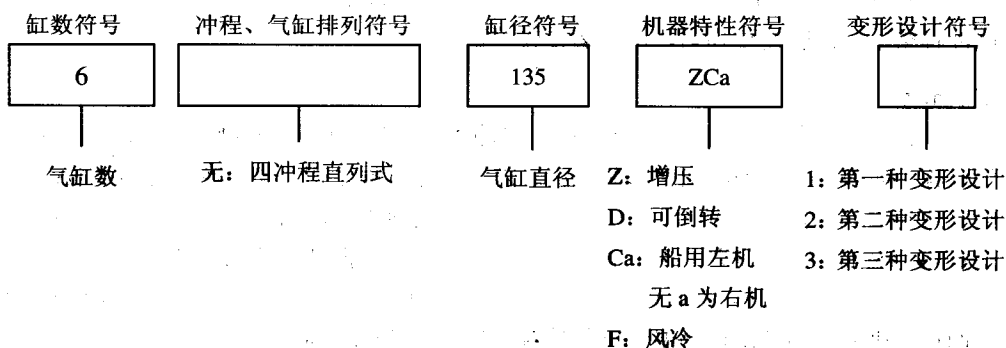
图 1-3 和图 1-5 分别为 6350C 柴油机和 ESDZ43/82B 柴油机定时图。其中由图 1-3 可以看出,该机的进气、压缩、膨胀、排气、起动过程分别占 224° 、 156° 、 130° 、 246° 、 124° CA,进、排气重叠角为 36° CA。

第六节 国产柴油机型号表示法

国产柴油机型号通常是由汉语拼音字母和阿拉伯数字组成,包含了气缸数目、直径,活塞行程,技术特性等信息。

一、中、小型柴油机

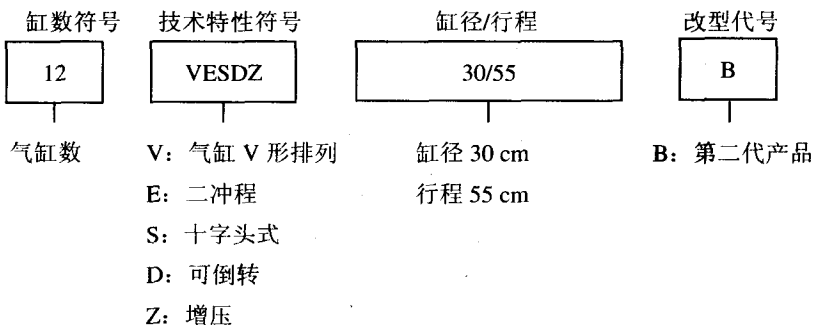
如 6135ZCa 柴油机:



又如: 6250ZC 为 6 缸四冲程 250 mm 缸径, 增压, 船用右机。8E350ZDC 为 8 缸, 二冲程, 350 mm 缸径, 增压, 可倒转, 船用右机。

二、大型低速柴油机

如 12VESDZ30/55B 柴油机：



关于柴油机的型号表示，国际上尚无统一标准，但各国柴油机厂家有自行规定和说明。常见国外厂家有“瑞士苏尔寿公司（SULZER）”、“德国曼恩公司（MAN）”、“丹麦柏玛斯特·韦恩公司（B&W）”、“美国康明斯（COMMINS）”等。

第七节 船舶柴油机的分类

船舶柴油机分类方法较多，现将主要分类方法叙述如下。

(1) 按工作循环特点分，有四冲程柴油机和二冲程柴油机。

(2) 按柴油机进气方式分，有增压柴油机和非增压柴油机。

➤ 压比 $\pi_k < 1.7$ 的增压柴油机称为低增压柴油机。

➤ 压比 $\pi_k = 1.7 \sim 2.5$ 的增压柴油机称为中增压柴油机。

➤ 压比 $\pi_k > 2.5$ 的增压柴油机称为高增压柴油机。

(3) 按柴油机转速和活塞平均速度分，柴油机的速度可以用曲轴转速 n 或活塞平均速度 C_m ($C_m = S \cdot n / 30$ m/s, S 为冲程) 来表示。现有船舶柴油机的转速范围是：

➤ 低速机 $n \leq 300$ r/min, $C_m = 6.0 \sim 7.2$ m/s;

➤ 中速机 $300 < n \leq 1000$ r/min, $C_m = 7.0 \sim 9.4$ m/s;

➤ 高速机 $n > 1000$ r/min, $C_m = 9.0 \sim 14.2$ m/s。

(4) 按结构特点分，有筒形活塞式柴油机和十字头式柴油机。图 1-6 (a) 为筒形活塞式柴油机的构造简图。活塞通过活塞销直接与连杆连接，活塞的导向作用由活塞本身下部的筒形裙部来承担，在运动时，活塞与气缸壁之间产生侧推力 F_N 。(b) 为十字头式柴油机。活塞 1 通过活塞杆 2 和十字头 3 与连杆 6 相连接，导向作用主要由十字头来承担。当柴油机工作时，十字头上的滑块 4 在导板 5 上滑动，侧推力 F_N 产生在滑块与导板之间。

(5) 按气缸排列分：有直列型（单列式）柴油机，如图 1-7 (a) 所示；V 形柴油机，如图 1-7 (b) 所示。

船用柴油机往往要求有较大的单机功率，若采用单缸形式，必须将气缸直径做得很大，这在结构上难以实现，因此出现了多缸柴油机。多缸柴油机按气缸排列形式分为直列型与 V 形柴油机。V 形柴油机的气缸中心线夹角通常为 90° 、 60° 和 45° 。V 形柴油机主要用于中速机和高速

速机。

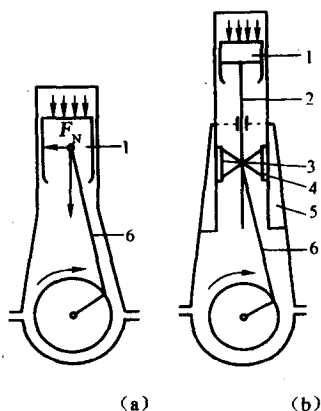


图 1-6 筒形与十字头式柴油机的构造简图

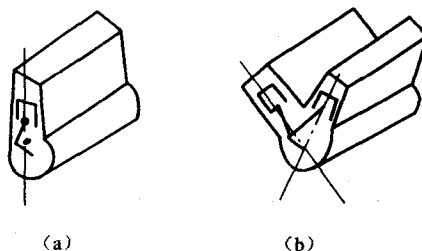


图 1-7 单列型和 V 形排列柴油机

1—活塞；2—活塞杆；3—十字头；4—滑块；5—导板；6—连杆

(6) 按柴油机能否倒转分有可倒转式和不可倒转式。曲轴直接可倒转的柴油机称为可倒转柴油机，可以直接带动螺旋桨；曲轴不能倒转的柴油机称为不可倒转柴油机，作为主机使用，它需带有倒顺车离合器、倒顺车齿轮箱或可变螺距螺旋桨装置。

(7) 按动力装置的布置分左机和右机。柴油机船舶动力装置有时布置成双机双桨式，布置在机舱右舷的柴油机称为右机，布置在机舱左舷的柴油机称为左机。

复习题

一、选择题

- 下列热力发动机中，属于内燃机范畴的是：①汽油机；②汽轮机；③蒸汽机；④柴油机。
A. ①② B. ①④ C. ②④ D. ①②④
- 在柴油机气缸中燃烧的是：_____。
A. 柴油 B. 燃烧产物
C. 空气中的氧气 D. 燃油蒸气与空气的可燃混合气
- 下列油中不能做柴油机的燃油的是：_____。
A. 轻柴油 B. 重柴油 C. 柴油机机油 D. 重油
- 柴油机气缸对外作功的工质是：_____。
A. 柴油 B. 燃烧产物
C. 空气中的氧气 D. 燃油蒸气与空气的可燃混合气
- 活塞的上、下止点位置与气缸容积的关系是：①活塞在上止点时气缸容积最大；②活塞在上止点时气缸容积最小；③活塞在下止点时气缸容积最大；④活塞在下止点时气缸容积最小。
A. ②③ B. ①③ C. ②④ D. ①④