

珠江水系内河船舶船员适任培训系列教材

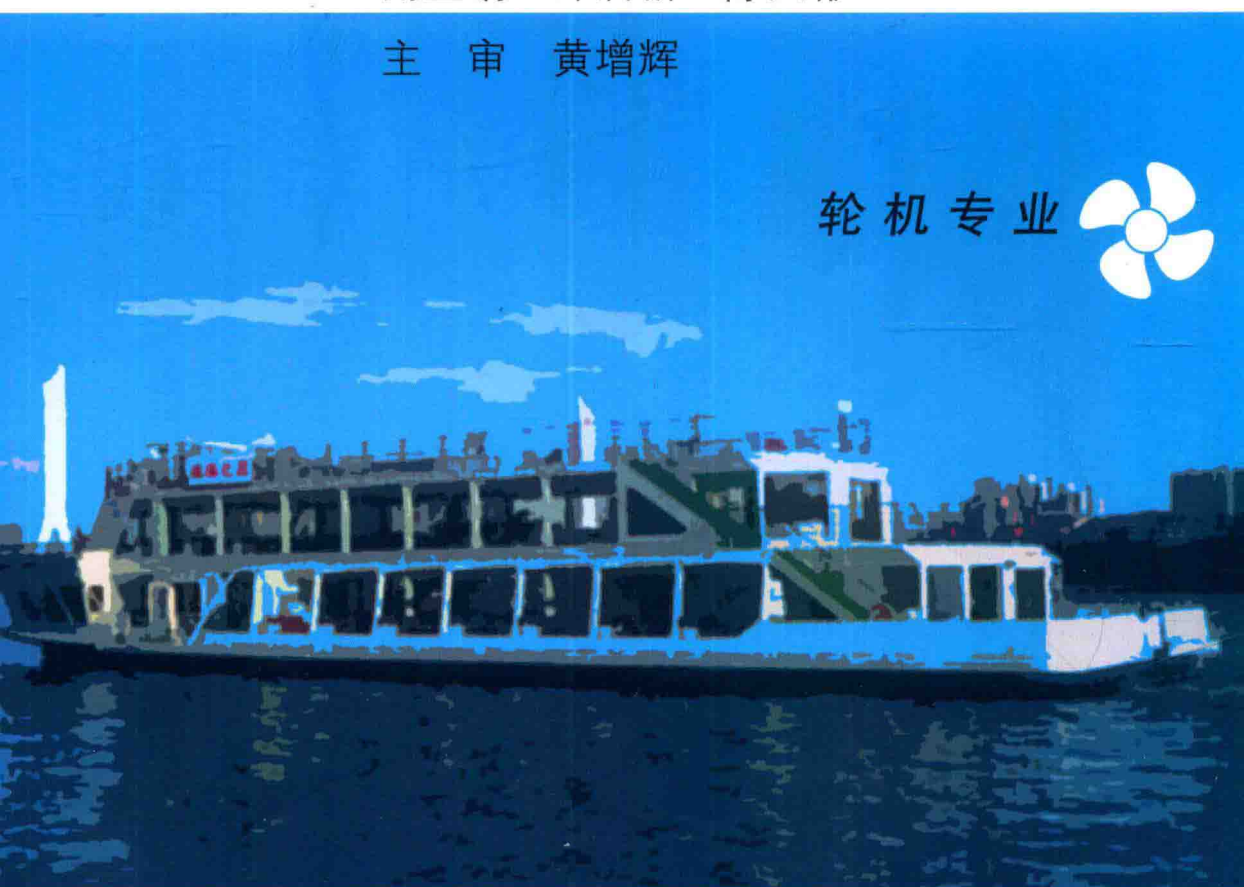
船舶动力装置

主 编 黄瑞河

副主编 谭居新 陈文彬

主 审 黄增辉

轮机专业



大连海事大学出版社

珠江水系内河船舶船员适任培训系列教材

船舶动力装置

主 编 黄瑞河
副主编 谭居新 陈文彬
主 审 黄增辉

大连海事大学出版社

© 黄瑞河 2011

图书在版编目(CIP)数据

船舶动力装置 / 黄瑞河主编. —大连: 大连海事大学出版社, 2011. 7

珠江水系内河船舶船员适任培训系列教材

ISBN 978-7-5632-2593-4

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 128102 号

大连海事大学出版社出版

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

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

大连美跃彩色印刷有限公司印装 大连海事大学出版社发行

2011 年 7 月第 1 版 2011 年 7 月第 1 次印刷

幅面尺寸:185 mm × 260 mm 字数:468 千 印张:19

责任编辑:杨子江 版式设计:长 河

封面设计:王 艳 责任校对:沈荣欣

ISBN 978-7-5632-2593-4 定价:50.00 元

内容提要

本书按《中华人民共和国内河船舶船员适任考试大纲》(2010 版)的要求,并结合珠江水系船舶运输的特点编写,共分三部分十五章内容。第一部分介绍船舶柴油机的相关知识,主要包括船舶柴油机的基本知识、柴油机的主要固定部件和运动部件、柴油机的主要系统、柴油机的增压、柴油机的燃烧、柴油机的运转特性、船舶轴系及螺旋桨等相关内容;第二部分介绍船舶辅机方面的知识,主要包括船用泵、船用活塞式空压机和通风机、甲板机械等相关内容;第三部分介绍船舶电气方面的知识,主要包括交直流电基础知识、电工仪表的使用、船舶电机和船舶电气设备等相关内容。

本书可作为珠江水系内河船舶船员适任培训的参考教材,也可供从事内河船舶教学、海事安全管理与研究的相关人员参考。

《船舶动力装置》参编人员

吴士军	黄进和	梁尚文	林伦响	郑宗濠	蔡炳迎	胡世海	林福义
刘孟明	蔡来胜	陈其坤	俞兆锋	何光明	夏军涛	连海滨	赛金波
尚坤峰	谢锐标	杨利生	林卓歆	高泽宏	周国宇	唐志刚	石 谊
陈林玉	郑国平	舒诚清	陈国庆	谢礼强	王林超	刘良明	韩文鹏
冯雪冬	谢观辉	冯巍峨	冯桂虎	张立志	张宪军	杨永栋	张志兵
赵东林	关海飞	董广西	夏海会	李立华	文梦喜	田书江	黄荣东
徐 飞	郑 卫	王文年	冯海青	李伟斌	李群欢	仇发培	

前 言

为了履行 2011 年 1 月 1 日起施行的《中华人民共和国内河船舶船员适任考试和发证规则》(简称《10 规则》),广东和广西海事局组织了广东、广西两省区的高等院校、内河船员培训中心及内河航运企事业单位有丰富教学、培训和实践经验的学者、专家根据《中华人民共和国内河船舶船员适任考试大纲》(2010 版)的要求,针对珠江水系内河船员、船舶、航道的特点编写了内河船舶船员适任培训系列教材。

《船舶动力装置》教材编审人员在珠江水系内河船舶动力装置、船员状况进行了深入调研分析,在研读了大量的有关船舶动力装置的专著、教材的基础上,总结了珠江水系内河船舶设备的特点、船员的设备维护修理经验、船员的实际状况,有针对性地对内容进行筛选梳理。本教材的特点是紧靠大纲,注重实用性,语言通俗,理论适度,强调操作性。

本教材由广西梧州市交通职业技术学校黄瑞河担任主编,广东交通职业技术学院陈文彬、广西交通运输学校谭居新担任副主编,广东海事局黄增辉担任主审,广东海事局考试中心王广灵参加了编写工作。

在编写教材的过程中得到广东海事局的领导和专家的关心和指导,广西海事局各级领导对本教材的编写工作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,错误和不妥之处在所难免,恳请广大读者和专家批评指正。

编 者

2011 年 3 月



目 录

第一章 柴油机的基本知识	(1)
第一节 内燃机的基本概念	(1)
第二节 柴油机的优点	(2)
第三节 柴油机的分类	(2)
第四节 柴油机的常用名词	(4)
第五节 四冲程柴油机的工作原理及其特点	(5)
第六节 四冲程柴油机的定时图	(7)
第二章 柴油机的主要部件	(9)
第一节 机座	(9)
第二节 机体	(10)
第三节 气缸套	(12)
第四节 气缸盖	(16)
第五节 主轴承	(21)
第三章 柴油机的主要运动部件	(26)
第一节 曲轴的功用、工作条件及要求	(26)
第二节 飞轮的功用	(32)
第三节 活塞组件	(33)
第四节 连杆组件	(37)
第四章 柴油机主要系统	(41)
第一节 配气系统	(41)
第二节 燃油系统	(50)
第三节 润滑系统	(67)
第四节 冷却系统	(71)
第五节 操纵系统	(75)
第五章 柴油机增压	(86)
第一节 增压的目的	(86)
第二节 废气涡轮增压器的工作原理	(86)
第三节 废气涡轮增压器日常维护管理	(88)
第四节 废气涡轮增压器常见故障及处理	(90)
第六章 柴油机的燃烧	(93)
第一节 燃油的雾化和燃烧	(93)
第二节 影响燃烧的主要因素	(95)
第七章 柴油机的运转特性	(98)
第一节 柴油机特性的基本概念	(98)

第二节 船用柴油机的限制特性及应用	(100)
第八章 船舶轴系及螺旋桨	(101)
第一节 船舶轴系的组成与任务	(101)
第二节 轴系对中的目的及技术要求	(107)
第三节 轴系的日常保养维护	(110)
第四节 螺旋桨的结构、作用及常见缺陷	(111)
第五节 临界转速的概念、危害及在操作中应注意的事项	(112)
第九章 船用泵	(114)
第一节 船用泵的分类、性能参数	(114)
第二节 往复泵	(117)
第三节 齿轮泵	(125)
第四节 离心泵	(131)
第十章 船用活塞式空压机和通风机	(143)
第一节 压缩空气的用途、特点	(143)
第二节 活塞式空压机的结构及工作原理	(143)
第三节 船用压缩空气系统的组成及作用	(147)
第四节 船用活塞式空压机的日常管理、常见故障分析与处理	(153)
第五节 常见通风机的一般知识	(157)
第十一章 甲板机械	(159)
第一节 液压传动的基本知识	(159)
第二节 液压控制阀	(161)
第三节 液压油的使用及管理	(172)
第四节 电动液压舵机	(178)
第五节 人力舵机的使用及管理	(192)
第六节 锚、缆机械	(193)
第十二章 交直流电的基础知识	(197)
第一节 直流电基础知识	(197)
第二节 交流电的基础知识	(201)
第三节 三相电源、三相负载的连接方法	(204)
第十三章 电工仪表	(210)
第一节 电流及电压表	(210)
第二节 功率表	(212)
第三节 万用表和兆欧表	(212)
第十四章 船舶电机	(215)
第一节 异步电动机	(215)
第二节 同步发电机	(219)
第三节 直流电机	(221)
第十五章 船舶电气设备	(224)
第一节 常用控制电器	(224)



第二节 船舶电站	(226)
第三节 安全用电	(230)
复习题	(233)
复习题参考答案	(283)
附录 “船舶动力装置”考试大纲	(288)
参考文献	(293)



第一章 柴油机的基本知识

第一节 内燃机的基本概念

一、热机

柴油机是内燃机的一种,而内燃机又是热机的一种。所谓热机是指把热能转换成机械能的动力机械。蒸汽机、蒸汽轮机以及柴油机、汽油机等是热机中较典型的机型。

蒸汽机与蒸汽轮机同属外燃机。在该类机械中,燃烧(燃料的化学能转变成热能)发生在气缸外部(锅炉),热能转变成机械能发生在气缸内部。在动力机械中此类机器称外燃机。此种机械由于热能需经某中间工质(水蒸气)传递,必然存在热损失,所以它的热效率不高,况且整个动力装置十分笨重。在能源问题十分突出的当前,它无法与内燃机竞争,因而已经在船舶动力装置中消失。

二、内燃机

汽油机、柴油机以及燃气轮机同属内燃机。虽然它们的机械运动形式(往复、回转)不同,但具有相同的工作特点——都是燃料在发动机的气缸内燃烧并直接利用燃料燃烧产生的高温高压燃气在气缸中膨胀做功。可见在内燃机中,燃料的化学能转变成热能(燃烧)以及热能转变成机械能(燃气膨胀),这两次能量转换均发生在气缸内部,在动力机械中此类发动机统称内燃机。显然,从能量转换观点看,此类机械能量损失小,具有较高的热效率。另外,在尺寸和重量等方面也具有明显优势(例如,燃气轮机在热机中具有最轻的装置重量),因而在与外燃机竞争中已经取得明显的领先地位。

在内燃机中根据所用燃料的不同,可大致分为汽油机、煤气机、柴油机和燃气轮机。它们都具有内燃机的共同特点,但又都具有各自的特点。由于这些各自不同的特点使它们在工作原理、工作经济性以及使用范围上均存在一定差异,如汽油机使用挥发性好的汽油做燃料,采用外部混合法(汽油与空气在气缸外部进气管中的汽化器进行混合)形成可燃混合气。缸内燃烧为电点火式(电火花塞点火)。这种工作特点使汽油机不能采用高压压缩比,因而导致汽油机的经济性不能大幅度提高,而且也不允许作为船用发动机使用(汽油的火灾危险性大)。但它广泛应用于运输车辆。

三、柴油机

柴油机是一种压缩发火的往复式内燃机。它使用挥发性较差的柴油或劣质燃料油做燃料。采用内部混合法(燃油与空气的混合发生在气缸内部)形成可燃混合气;缸内燃烧采用压缩式(靠缸内空气压缩形成的高温自行发火)。这种工作特点使柴油机在热机领域内具有最



高的热效率(已达到 55% 左右),而且允许作为船用发动机使用。因而,柴油机在工程界应用十分广泛。尤其在船用发动机中,柴油机已经取得了绝对领先地位。根据英国劳氏船级社统计,1985 年全世界制造的民用船舶中(2 000 t 以上)以柴油机作为推进装置者占 99.89%,而从 1987 年开始 100% 为柴油机船。

第二节 柴油机的优点

柴油机能在动力机械以及船舶动力装置中占据极为重要的地位,是因为它具有许多优越的条件,与其他热机相比,柴油机具有以下突出优点:

(1) 经济性好,热效率高。有效热效率可达 50% 以上,燃油消耗率小,可使用价廉的重油,甚至劣质燃油,燃油费用低。

(2) 功率范围宽广,单机功率为 0.6 ~ 73 500 kW,适用的领域广。

(3) 尺寸小,重量轻,有利于船舶机舱布置。

(4) 机动性好。启动方便,加速性能好,有宽广的转速和负荷调节范围,能适应船舶航行的各种要求,操作简便。

(5) 可直接反转。倒车性能好,传动装置结构简单,能适应船舶航行的各种工况的需求。

同时,柴油机也具有以下缺点:

(1) 工作时机身振动大、轴系扭转振动和噪声大。

(2) 某些部件的工作条件恶劣,承受高温、高压并具有冲击性负荷。

第三节 柴油机的分类

根据用途不同,对柴油机的要求也不同,因而柴油机的分类方法很多。通常有以下几种分类方式:

一、按工作循环分为四冲程和二冲程柴油机

按工作循环可分为四冲程柴油机和二冲程柴油机两类。柴油机的一个工作循环包括进气、压缩、燃烧、膨胀做功和排气五个过程,四冲程柴油机是曲轴转两圈,也就是活塞运动四个行程完成一个工作循环,而二冲程柴油机是曲轴转一圈,也就是活塞运动两个行程完成一个工作循环。

二、按进气压力分为增压柴油机和非增压柴油机

在柴油机中,我们把用增加进气压力来提高柴油机功率的方法称为柴油机的增压。增压柴油机和非增压柴油机的主要区别在于进气压力不同,非增压柴油机是在大气压力下进气的,而增压柴油机则是在较高的压力下进气的。

为了实现柴油机的增压,必须在柴油机上装设一台压气泵,若压气泵由柴油机带动则称机械增压。如果把废气的能量充分利用起来,将柴油机排出的废气送入涡轮机中,使涡轮机高速回转来带动一离心式压气机工作,从而提高进入柴油机的空气压力以实现增压,我们称这种增

压方式为废气涡轮增压。使用涡轮增压器既可使柴油机的功率增加,又可提高柴油机的经济性。

三、按转速分为低速、中速和高速柴油机

柴油机的速度可以用曲轴转速 n (r/min) 或活塞平均速度 v_m (m/s) 来表示。活塞的平均速度为: $v_m = \frac{Sn}{30}$ (m/s)

按此指标分类一般为:

低速柴油机	$n \leq 300$ r/min	$v_m < 6$ m/s
中速柴油机	$300 < n \leq 1\,000$ r/min	$v_m = 6$ m/s ~ 9 m/s
高速柴油机	$n > 1\,000$ r/min	$v_m > 9$ m/s

四、按活塞的结构特点分为筒形活塞式柴油机和十字头式柴油机

图 1-1(a) 为筒形活塞的示意图, 它的活塞紧凑、轻便, 通过活塞销直接与连杆相连。这种结构的优点是结构简单、发动机高度小, 缺点是由于运动时有侧推力, 活塞与气缸之间的磨损较大。中小型、中高速柴油机一般都采用这种结构。

图 1-1(b) 所示为十字头式柴油机。它的活塞设有活塞杆, 通过十字头与连杆相连接, 并在气缸下部设置隔板将气缸与曲轴箱隔开。十字头式柴油机工作可靠, 寿命长, 缺点是重量和高度增大, 结构复杂。大型低速二冲程柴油机都采用这种结构。

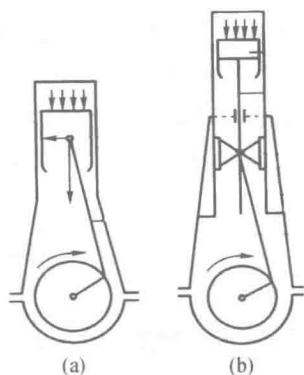


图 1-1 筒形活塞式和十字头式柴油机简图

五、按气缸的排列方式分为直列式和 V 形柴油机

船用柴油机通常均为多缸机, 这样可以增大柴油机单机功率, 同时可满足船舶机动性、可靠性的要求。

多缸柴油机的气缸排列可以有直列式、V 形、W 型等。船用柴油机均为直列式与 V 形两种。具有两个或两个以上直立气缸, 并呈一列布置的柴油机称直列式柴油机, 如图 1-2(a) 所示。直列式柴油机的气缸数因曲轴刚度和安装上的限制一般不超过 12 缸。当缸数超过 12 缸时通常采用 V 形柴油机, 如图 1-2(b) 所示。它具有两个或两列气缸, 其气缸中心线夹角呈“V”形, 并共享一根曲轴输出功率。V 形机的气缸数可达 18 缸甚至 24 缸, 气缸中心线夹角通常为 90° 、 60° 和 45° 。V 形机具有较高的单机功率和较小的比重量(柴油机净重量与标定功率的比值), 在

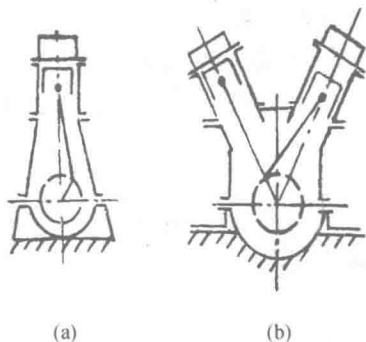


图 1-2 直列式和 V 形柴油机



中、高速柴油机中用得较多。

六、按柴油机的转向分为右旋和左旋柴油机

观察者由柴油机功率输出端(即飞轮端)向自由端看,正车时按顺时针方向旋转的柴油机称右旋(转)柴油机;观察者由柴油机功率输出端向自由端看,正车时按逆时针方向旋转的柴油机称左旋(转)柴油机。

某些船舶的推进装置(如客船)采用双机双桨推进装置。在这种船舶上,由艉向艏看,布置在机舱右舷的柴油机为右旋柴油机,亦称右机;布置在机舱左舷的柴油机为左旋柴油机,亦称左机。在这种动力装置中,为便于操纵管理,右机的操纵侧即凸轮轴侧布置在柴油机左侧(即内侧),而排气侧布置在右侧;左机的操纵侧在柴油机的右侧(即内侧)。单台布置的船舶主柴油机通常为右旋柴油机。

七、可逆转和不可逆转柴油机

可由操纵机构改变自身转向的柴油机称可逆转柴油机。曲轴仅能按同一方向旋转的柴油机称不可逆转柴油机。

在船舶上凡直接带动螺旋桨的柴油机均为可逆转柴油机;凡带有倒顺车离合器、倒顺车齿轮箱或可变螺距螺旋桨的柴油机以及船舶发电柴油机均为不可逆转柴油机。

第四节 柴油机的常用名词

(1)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线最远的位置。

(2)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线最近的位置。

(3)行程(S)指活塞从上止点移动到下止点间的直线距离。它等于曲轴曲柄半径 R 的两倍($S=2R$)。活塞移动一个行程,相当于曲轴转动 180°CA (曲轴转角)。

(4)缸径(D)气缸的内径。

(5)存气间隙(顶隙 h_c)活塞在气缸内位于上止点时,活塞的最高顶面与气缸盖底平面之间的垂直距离。

(6)气缸压缩室容积(V_c)活塞在气缸内上止点时,活塞顶上的全部空间(活塞顶、气缸盖底面与气缸套内表面之间所包围的空间)容积,如图 1-3 所示。

$$V_c = \frac{\pi D^2}{4} h \quad (1-1)$$

(7)气缸工作容积(V_s)活塞在气缸中从上(下)止点移动到下(上)止点时所扫过的气缸空间的容积,见图 1-3。

$$V_s = \frac{\pi D^2}{4} S \quad (1-2)$$

(8)气缸总容积(V_a)活塞在气缸内位于下止点时,活塞顶以上的气缸全部容积,亦称气缸最大容积,见图 1-3。显然



$$V_a = V_c + V_s \quad (1-3)$$

(9) 压缩比(ε)气缸的总容积与压缩室容积之比值,亦称几何压缩比。

$$\varepsilon = \frac{V_a}{V_c} = \frac{V_c + V_s}{V_c} = 1 + \frac{V_s}{V_c} \quad (1-4)$$

压缩比表示气缸内工质被压缩的程度。柴油机压缩比为 12 ~ 22, 中、高速机压缩比大于低速机。

(10) 进排气重叠角(θ)。同一气缸的进、排气阀同时处于开启时的曲柄转角称为进排气重叠角。

(11) 上八字与下八字。四冲程柴油机同一个气缸的进、排气凸轮的顶尖都向

上,此刻该缸活塞处于上止点位置时称为“上八字”,此时该缸进、排气阀都处于开启状态(进排气重叠);而当四冲程柴油机同一个气缸的进、排气凸轮的顶尖都向下,此时该缸活塞同样处于上止点位置时称为“下八字”,此时该缸进、排气阀都处于关闭状态(发火上止点)。

(12) 压缩压力。活塞上行,进、排气阀关闭,活塞把进入气缸内的新鲜空气压缩,至压缩终点时气缸内的空气压力就是压缩压力。

(13) 爆炸压力。当燃油喷入气缸,与压缩空气混合燃烧,气缸内燃气压力急剧升高至最大值,称为爆炸压力。

(14) 额定功率(持续功率)。是指在标准大气状况下(室温 45℃,大气压力为 0.1 MPa、相对湿度 60%)和额定转速下,柴油机在牵动本身的各种辅助设备运转的情况下,允许连续运转 12 h 的有效功率,即柴油机铭牌上的功率。

(15) 最大功率。是指柴油机在 1 h 内允许超过额定功率 10% 的功率,且不能冒黑烟和燃油消耗率不超过额定功率的 7%。

(16) 存气间隙(h_1)。存气间隙又叫压缩室高度,是指活塞在上止点时,活塞顶面与气缸盖底部之间的垂直距离。各种柴油机的存气间隙不一样。如 6260ZCZ 型为 6.5;6300ZC 型为 11.5 ~ 13.5;6135 型为 1.4 ~ 2.3;6160 型为 5.7 ~ 6.0。存气间隙值的大小对柴油机压缩比的大小有很大的影响,从而影响柴油机的工作性能。

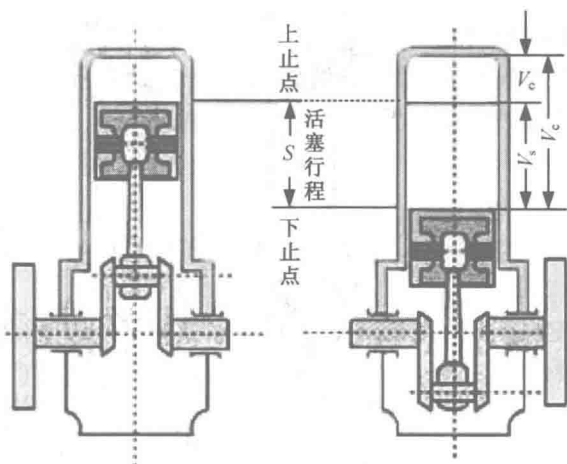


图 1-3 气缸容积

第五节 四冲程柴油机的工作原理及其特点

柴油机的进气冲程、压缩冲程、燃烧膨胀做功冲程以及排气冲程分别在四个活塞行程里完成,这种柴油机称为四冲程柴油机。图 1-4 中所示的四个简图分别表示四个活塞行程的进展情况以及活塞、曲轴、气阀等部件的有关动作位置。

第一行程——进气冲程,这一冲程的主要任务是使气缸充满新鲜空气。

活塞从上止点向下行,进气阀打开。由于气缸容积不断增大,缸内压力下降,依靠气缸内与大气的压差,新鲜空气经进气阀被吸入气缸。进气阀一般在活塞到达上止点前即提前打开(曲柄位于点 1),到达下止点后延迟关闭(曲柄位于点 2)。曲轴转角 φ_{1-2} (图中阴影线所占的

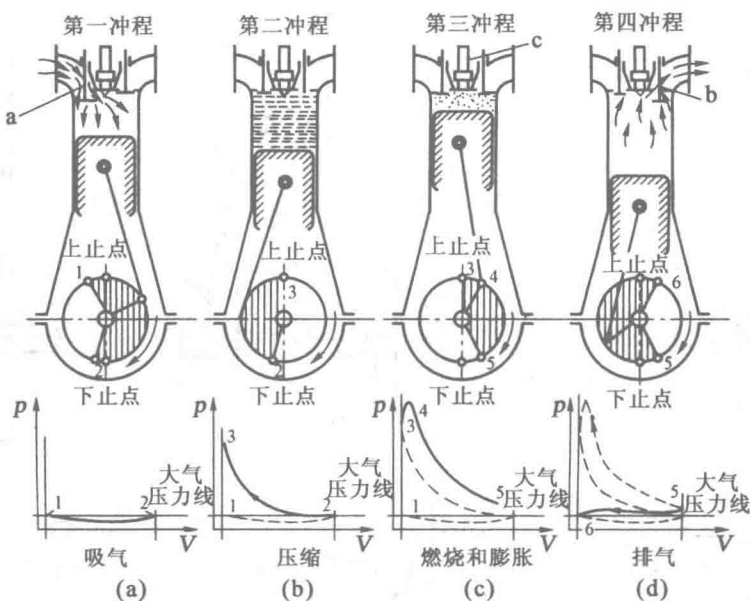


图 1-4 四冲程柴油机工作原理

角度)表示进气过程,其持续角为 $220^{\circ} \sim 250^{\circ}$ 。

第二行程——压缩冲程,这一冲程的任务是压缩第一冲程吸入的新鲜空气,以提高缸内新鲜空气的温度和压力,为柴油机的燃烧和膨胀做功创造条件。

活塞从下止点向上运动,自进气阀关闭(点2)才开始压缩,一直到上止点(点3)为止。第一行程吸入的新气经压缩后,压力增高到 $3 \sim 5 \text{ MPa}$,温度升高到 $600 \sim 700^{\circ}\text{C}$ (燃油的自然温度为 270°C 左右),曲轴转角 φ_{2-3} 表示压缩过程,其持续角为 $140^{\circ}\text{CA} \sim 160^{\circ}\text{CA}$ 。

第三行程——燃烧、膨胀和做功行程,这一冲程的任务是完成两次能量转换。

活塞到达上止点前,燃油经喷油器以雾状喷入气缸内,并与高温高压空气混合,在活塞到达上止点附近燃烧,由于燃油强烈燃烧,使气缸内的燃气温度急剧升高,达到 $1400 \sim 1800^{\circ}\text{C}$ 或更高些。压力增至 $5 \sim 8 \text{ MPa}$,甚至高达 15 MPa 以上。燃烧的最高压力和最高温度分别用 p_z 和 t_z 表示。高温高压的燃气(做功的工质)膨胀推动活塞下行而做功。由于气缸容积逐渐增大,缸内压力下降,在上止点后某一时刻(点4)燃烧基本完成。膨胀一直到排气阀6开启时结束,膨胀终了时的气缸内气体压力为 $0.25 \sim 0.45 \text{ MPa}$,气体温度 t_b 为 $600 \sim 700^{\circ}\text{C}$ 。与进气阀相同,排气阀b总是在下止点前提早开启(点5)。曲转角 φ_{5-6} 表示燃烧和膨胀过程,其持续角为 $130^{\circ}\text{CA} \sim 160^{\circ}\text{CA}$ 。

第四行程——排气冲程,这一冲程的任务是将做功后的废气排出缸外,为下一循环新鲜空气的进入提供条件。

在上一行程末,排气阀b开启时活塞仍在下行,废气靠气缸内、外压力差经排气阀排出。当活塞由下止点上行时,废气被活塞推出气缸,此时的排气过程是在略高于大气压力(1.05 至 1.1 大气压)且在压力基本不变的情况下进行的。排气阀一直延迟到上止点后(点6)才关闭。 φ_{5-6} 表示排气过程,其持续角为 $210^{\circ}\text{CA} \sim 240^{\circ}\text{CA}$ 。

进行了上述的四个行程,柴油机就完成了一个工作循环。当活塞继续运动时,另一轮循环又按同样的顺序重复进行。



四冲程柴油机每完成一个工作循环,曲轴要回转两周(即 720°CA)。每一个工作循环中只有第三行程(膨胀冲程)是做功的,其他三个行程都是为膨胀冲程服务的,都需要外界供给能量。柴油机常做成多缸的,这样,进气、压缩、排气行程的能量可由其他正在做功的气缸供给。如果是单缸柴油机,那就由较大的飞轮转动惯量供给。

第六节 四冲程柴油机的定时图

柴油机各过程开始和结束,进、排气阀的启闭,喷油泵的供油开始、启动阀的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,这个图称为柴油机的定时图。以上、下止点为基准点,用曲柄转角表示的进、排气阀、喷油器、空气启动阀的开启和完全关闭的时刻总称为柴油机的定时。气阀的启闭时刻称为配气定时,喷油器的开启时刻称为喷油定时,空气启动阀的启、闭时刻称为启动定时。

四冲程柴油机的进、排气阀的启闭都不正好在上、下止点,而是在上、下止点前后某一时刻。它们的开启持续角均大于 180°CA 。进、排气阀在上、下止点前后启闭的时刻称为气阀定时,通常用距相应止点的曲柄转角($^{\circ}\text{CA}$)来表示。用曲柄转角表示气阀定时的圆图称为气阀定时图,如图 1-5 所示为 6350C 型柴油机定时图。

在图 1-5 中,进气阀在上止点前点 20°CA 开启,在下止点后 24°CA 关闭。其与相应止点的夹角 20°CA 、 24°CA 分别称为进气提前角和进气滞后角;排气阀在下止点前点 50°CA 开启,在上止点后 16°CA 关闭,其与相应止点的夹角 50°CA 、 16°CA 分别称为排气提前角和排气滞后角。气阀提前开启与延后关闭的目的是为了将废气排除干净并增加新鲜空气的吸入量,以利于燃油的燃烧,另外还可减少排气功耗。因此,气阀定时是影响四冲程柴油机做功的重要因素。

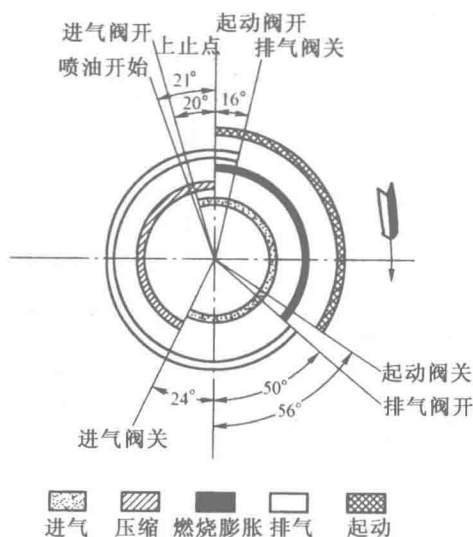


图 1-5 6350C 型柴油机定时图

由图 1-5 还可以看出,在上止点前后进气阀与排气阀同时开启着,同一气缸的进、排气阀在上止点前后同时开启着的相应曲轴转角称为气阀重叠角。在气阀叠开期间,进气管、气缸、

排气管是连通的,此时利用废气的流动惯性,除可避免废气倒灌入进气管外,尚可抽吸新鲜空气进入气缸,并利用此压力差在将新气吸入气缸的同时将燃烧室内的废气扫出气缸,实现所谓燃烧室扫气。此时不但可提高换气质量,还可利用进气来冷却燃烧室有关部件。因而,四冲程柴油机均有一定的气阀重叠角,而且增压柴油机的气阀重叠角均大于同类型非增压机,如表 1-1 所示。

表 1-1

名称	非增压		增 压	
	开启	关闭	开 启	关 闭
进气阀	上止点前 15° ~ 30°	下止点后 10° ~ 30°	上止点前 40° ~ 80°	下止点后 20° ~ 40°
排气阀	下止点前 35° ~ 45°	上止点后 10° ~ 20°	下止点前 40° ~ 55°	上止点后 40° ~ 50°
重叠角	25° ~ 50°	80° ~ 130°		