

珠江水系内河船舶船员适任培训系列教材

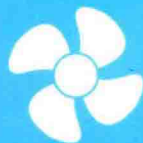
# 主推进动力装置

主 编 陈文彬

副主编 张少明 董胜先

主 审 张志颖

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

# 主推进动力装置

主 编 陈文彬  
副主编 张少明 董胜先  
主 审 张志颖

大连海事大学出版社

© 陈文彬 2011

### 图书在版编目(CIP)数据

主推进动力装置 / 陈文彬主编. —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 978-7-5632-2594-1

I. ①主… II. ①陈… III. ①船舶推进—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 125890 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

大连金华光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:331千 印张:13.5

责任编辑:沈荣欣 版式设计:晓江

封面设计:王艳 责任校对:沈荣欣

ISBN 978-7-5632-2594-1 定价:40.00元

## 内容提要

本书根据《中华人民共和国内河船舶船员适任考试大纲(2010版)》的要求编写,在编写时注意了内河船员的实际情况,文字简练易懂,内容紧扣大纲。全书共分六章,主要介绍内河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特性分析。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。

本书可作为珠江水系内河船舶船员适任培训的教材,也可以作为船舶轮机专业技术人员和有关人员的参考学习。

## 《主推进动力装置》参编人员

叶洁芬 陈海欧 管旭东 张 展 李 挺 郁光辉 李大伟 李 一  
王友灿 张治水 王汉军 张育华 曾伟大 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 庄 韬  
任强大 丁志强 郭岩飞 叶 穗 李朝阳 宋毅力 蒋成名 彭 力  
唐子安 周洪韦 李少凯 陈德春 赵亮丕 郑镇洲 周宁活

# 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》，广东海事局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、船舶机电设备的特点编写了内河船舶船员适任培训系列教材。

《主推进动力装置》教材编审人员在珠江水系内河船舶主推进动力装置、船员状况进行了深入调研分析，研读了大量的有关船舶主推进动力装置的专著、教材的基础上，总结了珠江及两省区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。本教材的特点是紧扣大纲，注重实用性，语言通俗，理论适度，强调操作性。

本教材由广东交通职业技术学院陈文彬担任主编，广东交通职业技术学院张少明、董胜先担任副主编，由广西海事局张志颖担任主审，广东海事局黄增辉、广西梧州交通职业技术学校钟柱营参与了编写工作。

教材在编写过程中得到广东海事局、广西海事局领导和专家的关心和指导，广西梧州交通职业技术学校黄瑞河老师对教材的编写也提供了热情的帮助和支持，在此一并表示感谢！限于编者水平，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

<b>第一章 柴油机基本知识</b> .....	(1)
第一节 柴油机常用技术名词 .....	(1)
第二节 四冲程柴油机的工作原理及特点 .....	(2)
第三节 二冲程柴油机的工作原理及特点 .....	(5)
第四节 柴油机定时图 .....	(7)
第五节 国产柴油机型号表示法、船舶柴油机分类 .....	(8)
第六节 内河柴油机的发展趋势 .....	(10)
<b>第二章 柴油机的主要部件</b> .....	(13)
第一节 机座、机体、主轴承 .....	(14)
第二节 气缸套、气缸盖 .....	(22)
第三节 活塞组件 .....	(30)
第四节 连杆组件 .....	(40)
第五节 曲轴组件 .....	(44)
第六节 柴油机运动部件失中原因 .....	(50)
<b>第三章 柴油机的主要系统</b> .....	(53)
第一节 船用柴油机换气系统 .....	(53)
第二节 燃烧基本知识及燃油系统 .....	(61)
第三节 柴油机润滑系统 .....	(80)
第四节 柴油机冷却系统 .....	(87)
第五节 柴油机启动装置 .....	(91)
第六节 柴油机调速装置 .....	(95)
第七节 柴油机换向装置 .....	(111)
<b>第四章 柴油机增压装置</b> .....	(118)
第一节 柴油机增压的目的 .....	(118)
第二节 废气涡轮增压的分类、结构及工作原理 .....	(118)
第三节 定压涡轮增压和脉冲涡轮增压器的特点 .....	(123)
第四节 废气涡轮增压器日常维护及故障排除 .....	(124)
<b>第五章 船舶轴系和螺旋桨</b> .....	(125)
第一节 船舶轴系 .....	(125)
第二节 螺旋桨 .....	(138)
第三节 主机功率的传递及其效率 .....	(141)
第四节 螺旋桨的空泡腐蚀 .....	(142)



<b>第六章 柴油机特性分析</b> .....	(143)
第一节 柴油机曲柄连杆机构的受力分析 .....	(143)
第二节 船舶轴系扭转振动的概念及减振措施 .....	(149)
第三节 柴油机性能指标 .....	(152)
第四节 柴油机特性概念及应用 .....	(156)
第五节 柴油机故障诊断 .....	(162)
第六节 柴油机的工况测量及分析 .....	(168)
<b>复习题</b> .....	(179)
<b>复习题参考答案</b> .....	(200)
<b>附录 “主推进动力装置”考试大纲</b> .....	(202)
<b>参考文献</b> .....	(206)



# 第一章 柴油机基本知识

## 第一节 柴油机常用技术名词

### 一、热机

所谓热机是把燃料的化学能经燃烧转化为热能,再把热能转化为机械能的机器设备。

由于燃烧的场合不同,热机又分为外燃机和内燃机两种。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。

所谓内燃机是燃料在发动机气缸内部燃烧放出热能,直接利用高温高压的燃气推动活塞做功的热机,如柴油机、汽油机和煤气机等。内燃机在机器内部要完成化学能转化为热能,再从热能转变为机械能的两次能量转换。

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。从能量转换观点,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,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,但又都具有各自的工作特点。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,因而限制了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。

柴油机属于内燃机的一种,它是以柴油作为燃料的热机。柴油机和汽油机的主要区别在于燃料在气缸中点燃的方法不同。汽油机是利用火花塞来点燃气缸中的汽油和空气的混合气。而在柴油机中,燃料不是由外界火源点燃,而是由于缸内高温自行发火的。这是因为在气缸中的空气被活塞压缩,使空气的温度和压力都升高,这个温度足以使燃油自行燃烧。所以柴油机也称为压燃式内燃机。

无论是内燃机或外燃机,它们之所以能对外做功,是由于燃气(或蒸汽)具有做功的能力,我们把燃气或蒸汽称为工质。

柴油机的类型很多,有四冲程和二冲程柴油机;增压和非增压柴油机;筒形活塞式和十字头式柴油机;高速、中速和低速柴油机之分。

## 二、柴油机的常用技术名词

### 1. 上止点(也称上死点)

活塞在气缸中运动的最上位置,也是活塞离曲轴中心线最远的位置,如图 1-1 所示。

### 2. 下止点(也称下死点)

活塞在气缸中运动的最下位置,也是活塞离曲轴中心线最近的位置。

### 3. 冲程(也称为行程)

它是指活塞从上止点到下止点间的直线距离,常用  $s$  表示。它等于曲轴半径尺寸的两倍,即  $s = 2R$ 。活塞在气缸中移动一个冲程相当于曲轴转  $180^\circ$ ,亦即曲轴转半周。

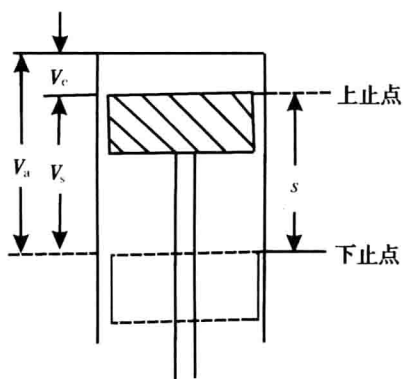


图 1-1 气缸容积

### 4. 缸径

是指气缸内径尺寸,常用  $D$  表示。

### 5. 压缩室容积 $V_c$ (也称气缸余隙容积)

活塞在缸内位于上止点时,在活塞顶上的全部空间,即活塞顶与气缸盖底面和气缸壁所围成的空间,通常用  $V_c$  表示。

### 6. 余隙高度(顶隙)

活塞在上止点时活塞最高顶平面与气缸盖底平面之垂直距离。

### 7. 工作容积

活塞在上、下止点间移动所扫过的容积称气缸工作容积  $V_s$ 。

### 8. 气缸总容积

活塞在下止点时,活塞顶以上的气缸全部容积,以  $V_a$  表示。

$$V_a = V_c + V_s$$

### 9. 压缩比

气缸总容积  $V_a$  与燃烧室容积  $V_c$  之比称压缩比  $\varepsilon$ ,亦称几何压缩比。

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

### 10. 活塞平均速度

是活塞在 1 s 内所运行过的距离,常用  $C_m$  表示。

## 第二节 四冲程柴油机的工作原理及特点

### 一、四冲程柴油机工作原理

柴油机要向外输出机械功必须使燃油的化学能经过燃烧转变为热能。而燃料燃烧必须有

空气,燃油自燃还要求空气有一定的温度。这样燃油才能燃烧放出热能,使燃气温度急剧升高在气缸中膨胀推动活塞往复运动,再通过曲柄连杆机构向外输出功。做功后的废气排出缸外,以便再次充入新鲜空气。

综上所述,柴油机每次做功,都要经过进气、压缩、燃烧膨胀和排气四个连续过程来实现。这四个连续过程就称为柴油机的一个工作循环。

图 1-2 所示为四冲程柴油机的四个冲程进行情况和活塞等零件的相对位置。

### 1. 第一冲程——进气冲程

进气冲程是指空气进入气缸时的相应的活塞行程。

这一冲程是使气缸充满空气。如图 1-2 (a) 所示。这一冲程是活塞从上止点下行开始,进气阀被打开,由于气缸容积不断增大,使缸内压力不断下降,依靠气缸内外压差和活塞下行的抽吸作用,新鲜空气不断地被吸入气缸。在进气冲程的大部分时间里,缸内压力低于大气压力,为  $0.08 \sim 0.095 \text{ MPa}$ 。

假如进气冲程是从上止点开始到下止点结束,这样进气冲程的曲柄转角为  $180^\circ$ 。然而进气阀的启闭还要占有一定曲柄转角,使得进气冲程所占有的曲柄转角就小于  $180^\circ$  了。为了使柴油机能发出更多的功率,必须在进气冲程中能进入更多的新鲜空气。在实际柴油机中进气阀是在上止点前开启即图 1-2 中“1”点。这样可以保证当活塞到达上止点时,进气阀能有较大的流通面积,活塞从上止点一开始下行立即进气。从进气阀开启至上止点间的曲柄转角称为进气阀开启提前角。

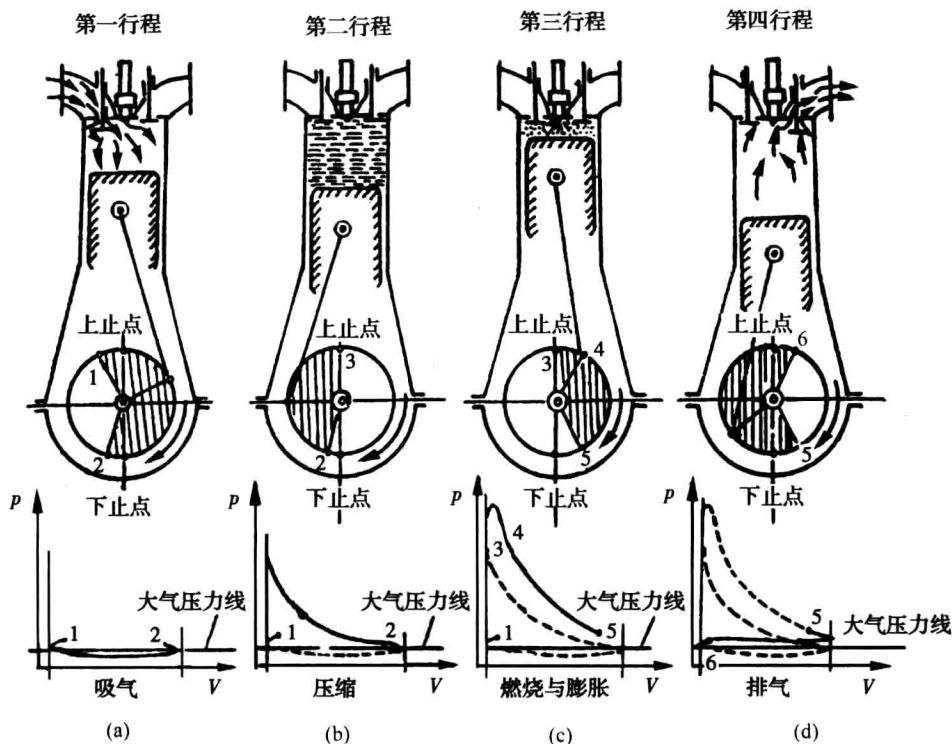


图 1-2 四冲程柴油机工作原理图

进气阀关闭是在下止点后完成的。在下止点后活塞开始上行,缸内气体开始被压缩,压力  
试读结束: 需要全本请在线购买: [www.ertongbook.com](http://www.ertongbook.com) — 3 —

稍高于大气压。但由于气体的流动惯性仍然有一部分空气涌进气缸。从下止点至进气阀关闭的曲柄转角称为进气阀关闭延迟角,如图 1-2 中“2”点所示。这样进气冲程所占的曲柄转角为  $\varphi_{1-2}$ ,图中阴影线所占曲柄转角为  $220^\circ \sim 250^\circ$ 。

## 2. 第二冲程——压缩冲程

压缩冲程是指新鲜空气在气缸内被压缩时相应的活塞行程。

缸内空气的压缩是在进气阀关闭(点“2”处)至活塞到达上止点(点“3”处)期间进行的。由于活塞上行,气缸容积逐渐减小,缸内气体被活塞压缩,所以温度和压力随之升高。当活塞到达上止点时缸内气体温度可达  $600 \sim 700^\circ\text{C}$ (燃油的自燃温度为  $210 \sim 270^\circ\text{C}$ ),压力增至  $3.0 \sim 4.0 \text{ MPa}$ 。通常压缩终点温度用  $T_c$  表示,终点压力用  $p_c$  表示。

压缩冲程所占的总角度为  $\varphi_{2-3}$ ,图中阴影线所占曲柄转角为  $140^\circ \sim 160^\circ$ 。

## 3. 第三冲程——动力冲程(燃烧膨胀冲程)

动力冲程是指工质在气缸内燃烧膨胀时相应的活塞行程。

当活塞到达上止点前,燃油经喷油器以雾状喷入气缸中,与高温高压气体混合后燃烧爆炸。使缸内气体温度迅速上升到  $1400 \sim 1800^\circ\text{C}$ ,压力增至  $5 \sim 8 \text{ MPa}$ 。燃烧的最高压力常用  $p_z$  表示。

高温高压的燃气(工质)膨胀推动活塞下行对外做功,活塞的往复运动通过连杆推动曲轴回转运动。由于气缸容积逐渐增大,压力逐渐下降,在上止点后  $40^\circ \sim 60^\circ$  曲柄转角(点“4”处)燃烧基本结束。由于气缸容积逐渐增大,压力和温度随着燃气的膨胀而逐渐下降,一直到气缸盖上的排气阀开启时膨胀结束。膨胀终了时,燃气压力降至  $0.25 \sim 0.45 \text{ MPa}$ ,温度降至  $600 \sim 700^\circ\text{C}$ 。排气阀在下止点前(点“5”)开启,从排气阀开启至下止点间的曲柄转角称为排气阀提前角。故燃烧和膨胀冲程用曲柄转角  $\varphi_{3-4-5}$  表示。

## 4. 第四冲程——排气冲程

排气冲程是指废气从气缸内排出时相应的活塞行程。

为使下一个工作循环所需的新鲜空气再次进入,应先将气缸内废气排出。在燃烧膨胀末期排气阀开启,这时活塞尚在下行,废气依靠气缸内外压差,经排气阀排出气缸。当活塞由下止点上行时,缸内废气被活塞推挤出气缸,此时的排气压力略高于大气压力,为  $0.105 \sim 0.115 \text{ MPa}$ ,在排气冲程后期其压力基本保持不变。排气阀是在下止点前(点“5”)开启,至上止点后(点“6”)关闭,排气冲程所占曲柄转角  $\varphi_{5-6}$  为  $210^\circ \sim 240^\circ$ 。从上止点至排气阀关闭的曲柄转角称为排气阀滞后角。

柴油机一个气缸在完成上述四个冲程后,才算完成一个工作循环。当活塞再次下行时,又重复第一冲程开始第二个工作循环,以维持柴油机周而复始地运转。

## 二、四冲程柴油机工作特点

综上所述,四冲程柴油机有以下几个特点:

(1) 一个工作循环是在曲轴运转两转内完成,每一个工作过程几乎都占有一个冲程。

(2) 在曲轴运转两转过程中进气阀、排气阀和喷油器均启闭一次,因此凸轮轴的转速是曲轴转速的一半,即曲轴与凸轮轴转速比为  $2:1$ 。

(3) 在每一个工作循环中,只有在膨胀冲程中才是对外做功,其余三个冲程都是辅助冲



程,需要外界供给能量。

(4)进气阀在上止点前开启,排气阀在上止点后关闭,两者在同时开启时所转过的曲柄转角称为气阀重叠角。由于在气阀重叠期间,进、排气通道相通,当排气按惯性流动将近停止时,因新鲜空气冲入气缸,有利于将气缸内的废气彻底清除,所以叫做燃烧室扫气。此时,由于进入气缸的新鲜空气温度较低,当它扫过燃烧室时还可以降低燃烧室部件的热负荷。

(5)气阀提前开启与延后关闭是为了将废气排出干净并增加空气的吸入量,以利燃油的燃烧,另外还可减少排气耗功。因此,气阀定时是影响四冲程柴油机做功的重要因素。

表 1-1 四冲程柴油机气阀重叠角

名称	非增压		增压	
	开启	关闭	开启	关闭
进气阀	上止点前 $15^{\circ} \sim 30^{\circ}$	下止点后 $10^{\circ} \sim 30^{\circ}$	上止点前 $40^{\circ} \sim 80^{\circ}$	下止点后 $20^{\circ} \sim 40^{\circ}$
排气阀	下止点前 $35^{\circ} \sim 45^{\circ}$	上止点后 $10^{\circ} \sim 20^{\circ}$	下止点前 $40^{\circ} \sim 55^{\circ}$	上止点后 $40^{\circ} \sim 50^{\circ}$
重叠角	$25^{\circ} \sim 50^{\circ}$		$80^{\circ} \sim 130^{\circ}$	

### 第三节 二冲程柴油机的工作原理及特点

#### 一、二冲程柴油机工作原理

二冲程柴油机把进气、压缩、燃烧和膨胀及排气过程紧缩在两个冲程内完成。它没有专门的进气、排气冲程,排气与进气是在膨胀冲程末期及压缩冲程初期进行的。新鲜空气由专设的扫气泵供给,扫气泵把加压的空气压入气缸,燃烧膨胀做功后的废气一部分自由排出外,剩余部分被进入气缸的新气所驱赶。这个用新鲜空气驱扫废气的过程称为柴油机扫气过程。

二冲程柴油机有许多换气形式,但这些换气形式的工作原理基本相同。现以直接扫气柴油机为例介绍二冲程柴油机工作原理,如图 1-3 所示。

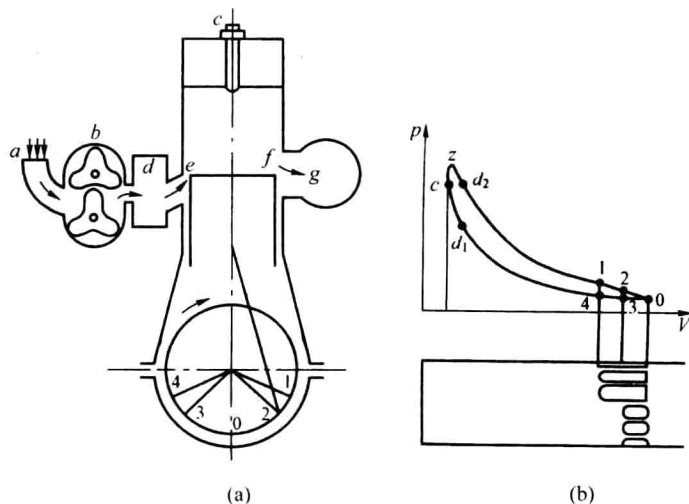


图 1-3 二冲程柴油机工作原理示意图



### 1. 第一冲程——进气和压缩冲程

活塞由下止点上行,在活塞还未遮住扫气口之前,由扫气泵供给的新鲜空气通过扫气口进入气缸,气缸中的残留废气被进入气缸中的新鲜空气通过排气阀推挤出去。活塞继续上行逐渐遮住扫气口,当扫气口完全被遮蔽后,空气停止充入气缸。接着排气阀关闭。此时气缸中的空气被压缩,当活塞接近上止点时,缸内压力达到 $35 \sim 4.5 \text{ MPa}$ ,温度达到 $700 \sim 800 \text{ }^\circ\text{C}$ 。

### 2. 第二冲程——燃烧膨胀和排气冲程

当活塞到达上止点前,燃油喷入气缸与缸内高温气体混合后,即自行发火燃烧。燃烧时最高燃烧压力可达 $5 \sim 8 \text{ MPa}$ ,瞬时最高温度可达 $1600 \sim 1800 \text{ }^\circ\text{C}$ 。工质膨胀推动活塞下行做功,如图所示。膨胀过程在排气阀开启时结束。排气阀打开的时间要比活塞打开扫气口的时间早些,排气阀开启后,压力较大的废气从排气阀排出。气缸内压力迅速下降到接近扫气压力时,活塞打开扫气口新气冲入气缸驱赶废气,进气和排气同时进行即扫气。扫气过程一直继续到排气阀关闭。活塞继续上行又重复第一冲程,依此周而复始。

## 二、二冲程柴油机工作特点

综上所述,二冲程柴油机有如下特点:

- (1) 一个工作循环在活塞两个冲程内完成(即曲轴运转一转),扫气过程时间短。为此,它要设置扫气泵用以提高进气压力,以提高换气质量。有的二冲程柴油机用排气口代替排气阀,用扫气口代替进气阀。
- (2) 凸轮轴与曲轴的转速比为 $1:1$ 。
- (3) 在一个工作循环中活塞下行做功,上行时依靠其他缸动力驱动。
- (4) 进、排气过程几乎同时进行,所以具有较大的提前角,为 $80^\circ \sim 100^\circ$ 。

## 三、二冲程柴油机和四冲程柴油机比较

二冲程柴油机和四冲程柴油机相比有如下优点:

- (1) 二冲程柴油机能在两个冲程内完成一个工作循环做一次功。对于两台气缸尺寸和转速相同的非增压柴油机,考虑气口的冲程损失和扫气损失,二冲程柴油机的功率为四冲程机的 $1.6 \sim 1.8$ 倍。
- (2) 二冲程柴油机较四冲程柴油机的结构简单。这主要由于省去了气阀及其传动装置,所以二冲程柴油机的维护、保养比较容易。
- (3) 由于二冲程柴油机在活塞的两个冲程内完成一个工作循环,因而它的回转要比四冲程柴油机均匀。

二冲程柴油机虽然有上述优点,但它还存有如下缺点:

- (1) 换气过程没有四冲程柴油机进行得完善,新气的充入和废气的清除都比四冲程柴油机困难。
- (2) 二冲程柴油机新气进入气缸是在排气阀或扫气口开启的时候,因而有一部分新鲜空气随废气外泄,从而增加了新气的消耗量。
- (3) 在相同转速下,二冲程机比四冲程机的工作循环更频繁,所以燃烧室组件的热负荷较高。



## 第四节 柴油机定时图

### 一、四冲程柴油机的定时圆图

在每个工作循环中,各过程的始点与终点一般不在上、下止点上,而是偏离上、下止点一定的曲柄转角。以上、下止点为基准,用曲柄转角表示的进排气阀、喷油器、启动阀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。启动阀启闭时刻称为启动定时。

各种柴油机的定时是不同的,说明书上常用表格或定时图来表示。所谓定时图,就是将柴油机的各种定时,以上、下止点为基准,按一定的转向,用曲柄转角位置来表示在同一个圆上的图形。

图 1-4 为 6350C 型柴油机定时图。曲柄转向(自飞轮端看)为顺时针。从图中可以看出其各项定时情况如表 1-1 所示。

由图 1-4 及表 1-2 可以看出,在进气上止点前后排气阀同时开启着,这段重叠的曲柄转角称为气阀重叠角。适当的气阀重叠角不仅不会使废气倒灌入进气管,而且还有利于废气的清除和新空气的充入。因为此时废气因流动惯性按原方向继续排出气缸,进气阀开度尚小,故不会向进气管内倒灌,且在惯性排气时,在燃烧室内形成低压,造成抽吸气体的有利条件,可将新气吸入气缸。新鲜气充入后又可更好地将废气扫出,实行了所谓“燃烧室扫气”。新鲜的空气对燃烧室壁面能起到冷却作用。

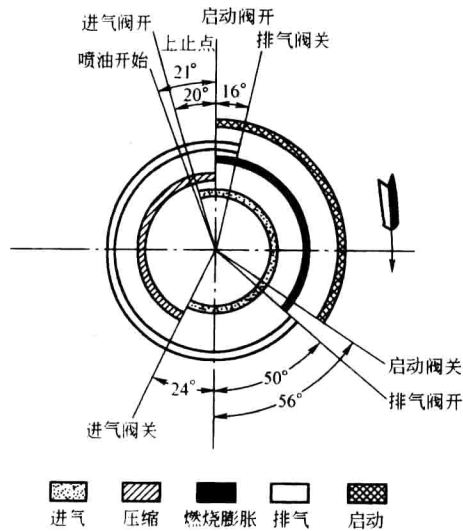


图 1-4 6350C 型柴油机定时图

表 1-2 四冲程柴油机定时(以曲柄转角计)

名称	定时	
	开启	关闭
进气阀	上止点前 20°	下止点后 24°
排气阀	下止点前 50°	上止点后 16°
重叠角	36°	
启动阀	上止点 0°	下止点前 56°
喷油器	上止点前 21°	随喷油量大小而异

## 二、二冲程柴油机的定时圆图

与四冲程柴油机一样,二冲程柴油机也可以用定时图来表示它的各项定时时刻。图 1-5 是国产 ESDZ43/82B 型二冲程柴油机定时图,其定时和进排气重叠角的范围列于表 1-3。

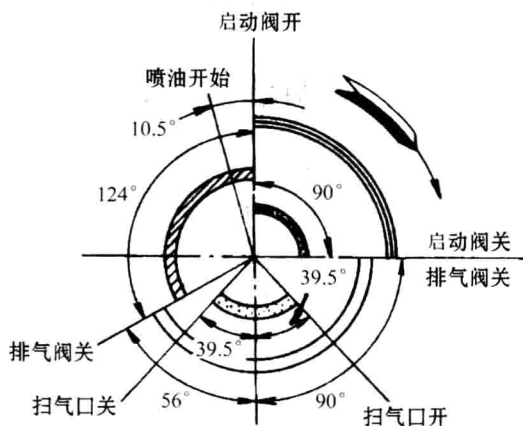


图 1-5 ESDZ43/82B 型柴油机定时图

表 1-3 二冲程柴油机定时(以曲柄转角计)

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

## 第五节 国产柴油机型号表示法、船舶柴油机分类

### 一、船舶柴油机的分类

船舶柴油机的用途极为广泛,型号较多,但不论何种柴油机,其基本工作原理都是一样的,只是在不同的方面各有其特点而已。下面介绍一些常见的船舶柴油机分类:



(1)按工作循环特点分:四冲程柴油机和二冲程柴油机。

(2)按柴油机进气方式分:增压柴油机和增压柴油机。

(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  $C_m$  来表示。船舶柴油机可分为:

- ①高速机  $n > 1\,000\text{ r/min}$ ;  $C_m > 9\text{ m/s}$
- ②中速机:  $300 \leq n \leq 1\,000\text{ r/min}$ ;  $C_m = 6 \sim 9\text{ m/s}$
- ③低速机:  $n \leq 300\text{ r/min}$ 。  $C_m < 6\text{ m/s}$

(4)按结构特点分:筒形活塞式柴油机和十字头式柴油机,如图 1-6 所示。在筒形活塞柴油机中活塞直接与连杆相连接,活塞的导向作用由活塞下部的筒形部分来承担,在运动时活塞与气缸壁之间产生侧推力。而十字头式柴油机,其中活塞通过活塞杆和十字头与连杆相连接,活塞的导向作用主要由十字头承担。当柴油机工作时,十字头上滑块在导板上滑动,侧推力产生在滑块与导板之间。

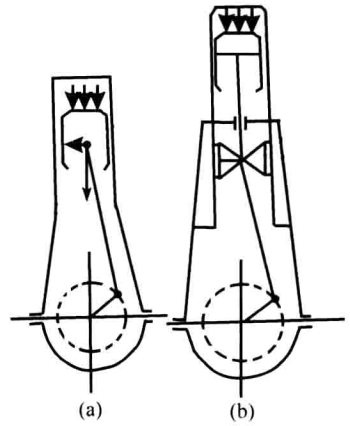


图 1-6 筒形活塞式和十字头式柴油机简图

(5)按照气缸数和气缸布置分:直列式(单列式)柴油机和 V 形排列柴油机,如图 1-7 所示。单缸机和多缸机。

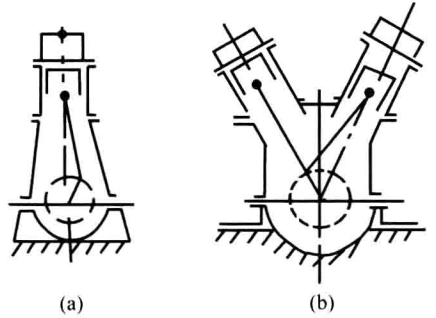


图 1-7 直列式和 V 形柴油机

(6)按柴油机能否倒转分:可倒转式和不可倒转式。

(7)按柴油机的转向分类。由飞轮端(功率输出端)向自由端看,有顺时针方向和逆时针方向旋转的柴油机。前者称右旋柴油机,后者称左旋柴油机。

(8)按照用途可分为固定式柴油机和移动式柴油机

## 二、柴油机型号表示方法

每种柴油机都有自己特定的代号,称为柴油机的型号。现以国产柴油机为例,介绍各种柴油机型号。

### 1. 船用大型柴油机

6ESDZ 43/82 柴油机的各符号含义如下:

缸数符号	技术特性符号	缸径(cm)/行程(cm)	改性代号
6	ESDZ	43/82	A/B
气缸数为 6 缸	E—表示二冲程柴油机; S—表示是十字头式的柴油机; D—表示是可倒转柴油机; Z—表示增压式柴油机	43—表示气缸的直径为 43 cm; 82—表示柴油机活塞行程为 82 cm	A—表示第一代; B—表示第二代