



中型船舶柴油机的管理与维修

常光耀 编



· 人民交通出版社

U541.1

261742

中型船舶柴油机的管理与维修

Zhongxing Chuanbo Chaiyouji
de Guanli yu Weixiu

常光耀 编



人 民 交 通 出 版 社

中型船舶柴油机的管理与维修

常光耀 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：850×1168 1/32 印张：13.375 字数：346千

1987年6月 第1版

1987年6月 第1版 第1次印刷

印数：0001—2,850册 定价：3.80元

内 容 提 要

本书重点介绍294至1470kW (400至2000马力)中型中速船舶柴油机的科学管理知识及常用维修技术。

全书共十二章：柴油机基本知识，故障分析，零件的损伤与修理，柴油机装配，柴油机调整，柴油机试验，轴系找正，柴油机操作与保养，机舱管理，中型船舶柴油机常用机型介绍，油料知识等。

本书可供中型船舶轮机员，修船厂技术人员和工人阅读，也可供航运、交通及水产院校师生参考。

目 录

第一章 概述	1
第一节 柴油机的特点及发展状况.....	1
第二节 中型船舶柴油机一般构造及常用名词解释.....	4
第三节 中型船舶柴油机的工作过程.....	8
第四节 船舶柴油机常用参数及计算公式.....	17
第五节 柴油机的分类、型号及有关规定.....	22
第二章 柴油机故障分析	31
第一节 故障的发现.....	31
第二节 发现故障后的处理.....	32
第三节 故障分析方法.....	33
第四节 燃烧过程分析.....	34
第五节 柴油机运行中常见故障的分析.....	40
第六节 柴油机运行中工作参数异常的分析.....	57
第七节 废气涡轮增压器常见故障的分析.....	64
第三章 柴油机零件的损伤及其修理	72
第一节 柴油机零件的损伤.....	72
第二节 柴油机修理的范围.....	77
第三节 柴油机的拆检.....	78
第四节 曲轴臂距差测量法.....	85
第五节 桥规测量法.....	99
第六节 活塞中心线的检验.....	102
第七节 制订修理方案.....	104
第八节 主要机件的修理.....	107
第四章 柴油机装配过程	125
第一节 柴油机装配中的注意事项.....	125

第二节	机座的安装	127
第三节	曲轴的安装	130
第四节	机体的安装	133
第五节	活塞连杆组的安装	136
第六节	飞轮的安装	141
第七节	中间齿轮的安装	141
第八节	气缸盖的安装	142
第九节	前后端盖板和附件的安装	145
第十节	喷油泵和调速器的安装	146
第十一节	增压器的安装	150
第五章	柴油机的调整	155
第一节	死点位置与飞轮刻度的确定	155
第二节	配气定时的调整	157
第三节	气阀间隙的调整	158
第四节	起动定时的调整	160
第五节	喷油定时的调整	163
第六节	喷油量的调整	165
第七节	调速器的调整	170
第六章	柴油机的试验	178
第一节	柴油机的磨合	178
第二节	座台试验	179
第三节	系泊试验	185
第四节	航行试验	186
第七章	主机与轴系找正	188
第一节	主机与轴系找正的条件和要求	188
第二节	拉线法找正	189
第三节	平轴法找正	193
第四节	灯光找正	196
第五节	激光找正	197
第六节	船舶主机与轴系安装技术要求	200

第八章 柴油机的操作与保养	202
第一节 船舶柴油机的操作.....	202
第二节 柴油机操作步骤举例.....	212
第三节 船舶柴油机的保养.....	221
第九章 机舱管理	227
第一节 机舱和炉舱规则.....	227
第二节 机舱值班.....	227
第三节 机舱值班交接制度.....	230
第四节 坞修管理.....	231
第十章 中型船舶柴油机常用机型介绍	233
第一节 6180ZCL型柴油机.....	233
第二节 新6200(6200GZC)型柴油机.....	240
第三节 新6250Z(X6250Z)型柴油机.....	247
第四节 6250Z型柴油机.....	255
第五节 6260ZC型柴油机.....	265
第六节 6270型柴油机.....	275
第七节 300系列柴油机.....	283
第八节 新300系列柴油机.....	295
第九节 6320ZC型柴油机.....	305
第十节 350系列柴油机.....	311
第十一节 NVD36型柴油机.....	319
第十二节 8NVD48A—2U型柴油机.....	328
第十三节 6ESDZ30/55(6E300ZC)型柴油机.....	336
第十四节 E350ZCD型柴油机.....	345
第十五节 6ED390型柴油机.....	354
第十六节 其它柴油机安装技术要求.....	365
第十一章 油料知识	374
第一节 柴油的性能.....	374
第二节 国产船用燃油.....	377
第三节 燃油的选择.....	384

第四节	润滑油的性能与牌号.....	385
第五节	润滑油的选择和使用.....	390
第六节	润滑脂.....	394
第十二章	附录.....	399
附录一	法定计量单位.....	399
附录二	常用单位名称及国际代号.....	404
附录三	常见应废除的单位及其与SI单位的关系.....	406
附录四	常用计量单位及换算.....	408

第一章 概 述

第一节 柴油机的特点及发展状况

自然界里蕴藏着各种各样的能量资源(简称能源),如位能、电能、化学能、热能、机械能以及原子能等。

“能”是产生一切动力的源泉,能的形态可以转变,例如:高处的水向低处流动时具有位能,推动水轮机作功时使位能转变成机械能等。

热能大都是由于燃料燃烧而形成的。燃料的种类很多,如煤炭、天然气、煤油、汽油及柴油等。将燃料燃烧所产生的热能转变成机械能的发动机称之为热力发动机(简称为热机),如蒸汽机、汽轮机、燃气轮机、汽油机及柴油机等。

根据燃料燃烧所处场合的不同,热机可以分为外燃机和内燃机两大类。

外燃机——燃料在发动机气缸外部进行燃烧的热机称之为外燃机,如蒸汽机、蒸汽轮机等。

内燃机——燃料在发动机气缸内部进行燃烧的热机称之为内燃机,如煤气机、燃气轮机、汽油机及柴油机等。

使用柴油作为燃料的内燃机称之为柴油机。柴油机在工作时,喷入气缸内的雾状柴油不是靠外界火源点燃,而是在高温高压空气中自行发火燃烧的,因此,柴油机又有压燃机之称。

柴油机问世至今已有近百年的历史。柴油机与其它热机相比,由于它具有较高的经济指标和营运指标,维护管理方便和工作可靠等优点,获得了广泛的应用,如拖拉机,坦克车,内燃机车和船舶上大都以它作为发动机,还有的被用作汽车发动机和发电机的原动机。

船舶是越来越多地应用柴油机作为发动机的领域之一。不论是海运或河运、不论是客货船或渔船的主机或发电机的原动机等，柴油机都占了领先地位。按有关资料记载，在世界海船总吨位中应用柴油机为主机的船舶吨位所占的比例是：1924年为4%；1932年上升到14%；1940年上升到24%；1955年上升到59%；到1975年竟达到了63%以上。若以船舶的数量计算，到目前为止，柴油机船已占世界船舶总数的90%以上了。而外燃机在船舶上的应用越来越少，特别是中、小型船舶绝大部分都应用柴油机作为主机。

柴油机在船舶上的应用所以发展这样迅速，应用这样广泛，是因为它具有独特的优越性，与其它热机相比，柴油机具有以下优越性：

1. 柴油机的热效率较高，在燃料热能利用方面比其它任何热机都来得完善。目前，柴油机的热效率最高可达46%。

2. 柴油机结构较紧凑，重量较轻，尺寸较小。

3. 柴油机的功率和单位功率重量的范围广、适应性好。柴油机单机功率最小的仅有几千瓦，最大的可达几万千瓦；柴油机单位功率重量最小的每千瓦仅有几千克，最大的每千瓦达几十千克，同样一个型号的柴油机，只要经过少许改进就可以适应另一种不同的需要。

4. 柴油机与外燃机相比，它具有操作方便，起动迅速等优点。正常情况下，柴油机能在3~5s内便起动起来，并能在较短时间内满足最大负荷的需要。

5. 柴油机与汽油机相比，它具有运行可靠，维护管理方便，不易发生火灾和爆炸等优越性。

但是，柴油机亦有以下不足之处：

1. 柴油机与外燃机相比，它具有构造复杂，制造与修理成本较高，对管理人员的技术水平要求也较高等。

2. 柴油机工作时的噪声较大，特别是增压式柴油机，它不但加重了值班人员的疲劳，而且容易使人得耳聋和神经衰弱等职业病。

3.柴油机的最低稳定转速较高（一般在额定转速的 $1/3 \sim 1/4$ ）。

近来，随着科学技术的不断发展，增压技术在柴油机上的广泛应用，材料和制造工艺的不断创新以及电子计算技术的应用等，已使柴油机由最初的简单粗糙发展到现在比较完善和先进的水平。

船舶柴油机的发展前景是：尽量通过提高增压度和采用高参数来增加功率、缩小体积，提高可靠性和延长使用寿命；降低制造成本；使用廉价的燃料和降低油耗；运用自动化操纵来降低营运费用并改善管理人员的工作环境。

对于船舶柴油机来说，当前正处于新技术迅速发展、技术指标不断提高、新品种大量涌现的良好局面。

所谓中型船舶柴油机，一般是指额定功率在 $294 \sim 1470 \text{ kW}$ （ $400 \sim 2000$ 马力）范围的中速机（ $250 \sim 1000 \text{ r/min}$ ），其中多数是四冲程单列立式柴油机。

中型船舶柴油机主要用于内河和沿海的中型船舶、拖轮和渔轮等作推进主机，还可用作沿海、远洋大型船舶发电机的原动机。

近年来，我国中型船舶柴油机又有了较大的发展和提高。许多老的机型都作了大幅度的改进，出现了6200GZC、X6250Z和6300ZC等新型号柴油机，特别是大批新型二冲程柴油机也开始涌进了中型船舶柴油机的行列中来，如最近研制成功的E150C系列和E350ZCD系列柴油机。

到目前为止，中型船舶柴油机品种相当繁多，有国产的也有进口的；有老牌的也有新型的；有四冲程也有二冲程的，其复杂程度和先进程度也越来越高。这就要求中型船舶柴油机的管理人员具有一定的基础理论知识和丰富的实践经验，还要熟悉国内外常用机型的结构特点，掌握其管理要领，为科学地维护管理柴油机打下牢固的基础。

第二节 中型船舶柴油机一般构造及常用名词解释

一、中型船舶柴油机一般构造

中型船舶柴油机主要由活塞、连杆、曲轴、机座、机体、气缸、气缸盖、气阀及其传动机构、凸轮轴、喷油泵及喷油器等机件组成，图1-1所示为一单缸柴油机机构造示意图。

二、柴油机常用名词解释

1. 上死点(亦称上止点)——活塞在气缸内运行到最上端，即距曲轴中心线最远时的位置，见图1-2所示。

2. 下死点(亦称下止点)——活塞在气缸内运行到最下端，即距曲轴中心线最近时的位置。

3. 行程(亦称冲程)——活塞的上死点与下死点之间的距离，通常用字母 S 表示即

$$S = 2R \text{ (mm)}$$

式中： R ——曲轴的曲柄半径，
mm。

4. 气缸工作容积(亦称活塞排量)——活塞由一个死点移到另一个死点所经过的空间容积，通常用字母 V_h 表示即

$$V_h = \frac{\pi D^2}{4} \cdot S \cdot 10^{-3} \text{ (L)}$$

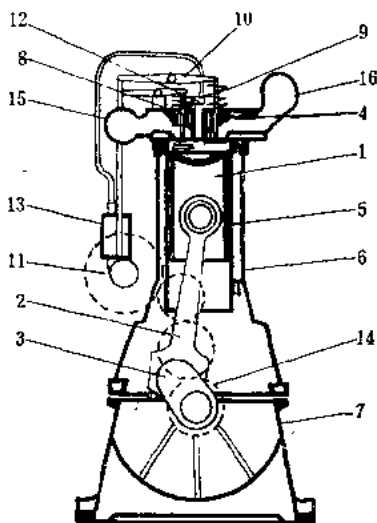


图1-1 单缸柴油机机构造示意图

1-活塞；2-连杆；3-曲轴；4-气缸盖；
5-气缸；6-机体；7-机座；8-进气阀；
9-排气阀；10-气阀传动机构；11-凸
轮轴；12-喷油器；13-喷油泵；14-轴
承座；15-进气管；16-排气管

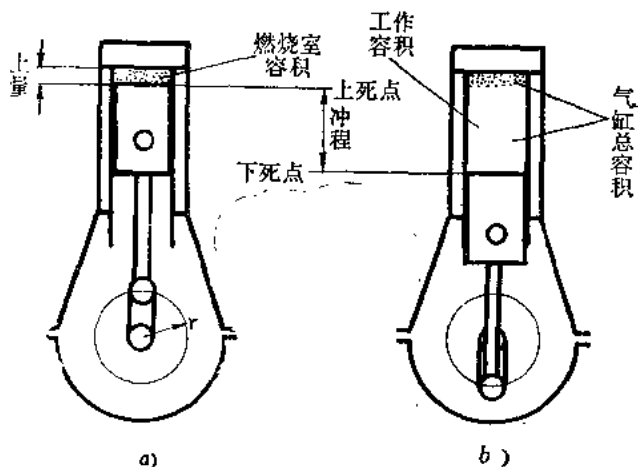


图1-2 柴油机常用名词示图

式中： D ——气缸直径，cm，

S ——活塞行程，cm。

多缸柴油机所有气缸工作容积之和叫做总排量，通常用字母 V_{π} 表示即

$$V_{\pi} = i \cdot V_h \text{ (L)}$$

式中： i ——气缸数目。

5. 燃烧室容积——当活塞位于上死点时，活塞顶面到气缸盖底面间的空间容积叫做燃烧室容积，通常用字母 V_c 表示。

6. 气缸总容积——当活塞位于下死点时，活塞顶面到气缸盖底面间的空间容积叫做气缸总容积，通常用字母 V_a 表示，即

$$V_a = V_h + V_c \text{ (L)}$$

7. 压缩比——气缸总容积与燃烧室容积之比称为压缩比，通常用字母 ε 表示即

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

压缩比表明气体在气缸内被压缩后体积缩小的倍数。压缩比值越大，表明气体压缩的越厉害，气缸内空气的温度和压力也升

得越高。

船舶柴油机的压缩比大致如下：

低速柴油机： $\varepsilon = 13 \sim 14$ ；

中速柴油机： $\varepsilon = 14 \sim 16$ ；

高速柴油机： $\varepsilon = 15 \sim 19$ ；

增压柴油机： $\varepsilon = 12 \sim 14$ 。

8. 余隙高度：（亦称上量、压量、燃烧室高度或压缩室高度）——活塞位于上死点时，活塞顶平面与气缸盖底平面之间的距离叫做余隙高度。

柴油机经拆卸修理后重新安装时，余隙高度可能发生变化，这个变化直接影响到柴油机的压缩比值。每台柴油机的压缩比必须符合原来规定的数值，不许随意变动。这一点只有靠固定余隙高度值来保证，例如，6300ZC型柴油机的余隙高度规定在11.5~13.5mm范围内。

9. 活塞平均速度——在任何情况下，活塞在气缸内的滑动都不是匀速的，为了衡量柴油机的强化程度和研究其工作寿命，常常用活塞速度的平均值作为性能指标，这个速度的平均值叫做活塞的平均速度，通常用字母 C_m 表示即

$$C_m = \frac{S \cdot n}{30} \quad (\text{m/s})$$

式中： n ——曲轴转速，r/min。

10. 临界转速——当干扰力矩的频率与曲轴系统自由振动频率相等或成整数倍时，就要发生共振。这时的曲轴转速叫做临界转速。

当柴油机工作处于临界转速时，机器会发生剧烈振动，功率会明显下降，曲轴上非摩擦部位（如曲柄臂）也会发热。

在实际操作中，绝不允许柴油机在临界转速范围内长时间运转，应尽快地升速或降速，以避免由于共振使零部件遭受损坏。

11. 定时图（亦称配气正时图）——用曲柄转角来表这气阀开闭规律的图叫做定时图，如图 1-3 所示。

12. 气阀重叠角——四冲程柴油机工作时，进、排气阀有一个同时开启的时间，这个时间用曲柄转角的形式来表达叫做气阀重叠角。如图 1-3 所示，6300ZC 型柴油机的气阀重叠角为： $69^{\circ} + 33^{\circ} = 102^{\circ}$ 。

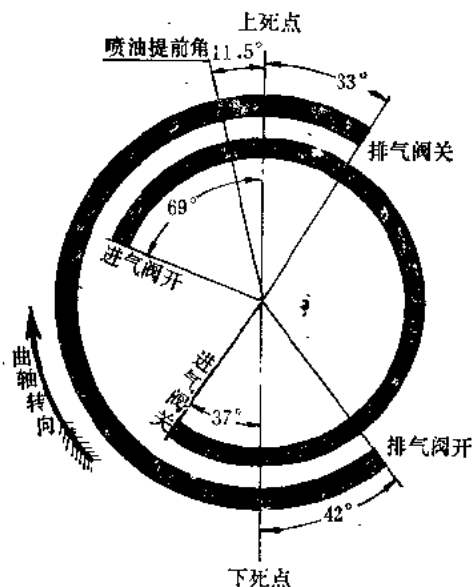


图1-3 6300ZC 型柴油机定时图

13. 喷油提前角——燃油从开始喷入气缸至活塞运行到上死点之间的曲柄转角叫做喷油提前角。

14. 增压度——增压式柴油机增压后的功率与非增压时的功率的比值叫做增压度。

15. 增压比——增压器的压气机的出口处气体压力与进口处压力的比值叫做增压比。

增压柴油机根据其增压比的大小分为低增压、中增压和高增压式三种。增压比在 1.4 以下者为低增压；增压比在 1.4~2 范围内为中增压；增压比在 2 以上者为高增压。

第三节 中型船舶柴油机的工作过程

柴油机实质上是一个能量转换机构，它将燃料所具有的化学能经燃烧变成热能，然后利用活塞连杆机构将热能再转变成曲轴回轮的机械能。

燃料能够燃烧是由其内因决定的，但要燃烧则必须具备一定的外界条件——氧气和火源。在柴油机中，燃料的燃烧不是靠外界火源点火的，而是将吸入气缸内的空气高度压缩，使空气的压力和温度升高，达到一定值时，将雾状燃料喷入气缸便会自然发火，并剧烈燃烧。

燃料燃烧后放出大量热能，使气缸内气体的压力和温度急剧升高。在高温高压气体作用下，推动活塞下行做功。为了连续做功，必须将燃烧膨胀后的废气排除干净，引入新鲜空气。由此可知，柴油机要想实现能量的转换，必须通过吸入新鲜空气、压缩、喷油燃烧、膨胀做功及排除废气等五个过程，进行一次这样的全过程，就算完成了一个工作循环。然后再进行下一个工作循环。

活塞往复运行四个行程（相当于曲轴转动了 720° ）才能完成一个工作循环的叫做四冲程柴油机。

活塞往复运行两个行程（相当于曲轴转动了 360° ）就能完成一个工作循环的叫做二冲程柴油机。

一、四冲程柴油机的工作过程

图 1-4 为一单缸四冲程柴油机工作过程图。

（一）第一冲程——进气冲程（亦称吸气冲程）。此时，活塞由上死点向下死点运动（见图1-4a），进气阀被凸轮打开（排气阀处于关闭状态）。由于活塞下行时的抽吸作用，气缸内气体压力低于外界大气压力，外界新鲜空气被吸入气缸。在实际工作中，为了使气缸内进入较多的空气，进气阀在活塞到达上死点前就已提

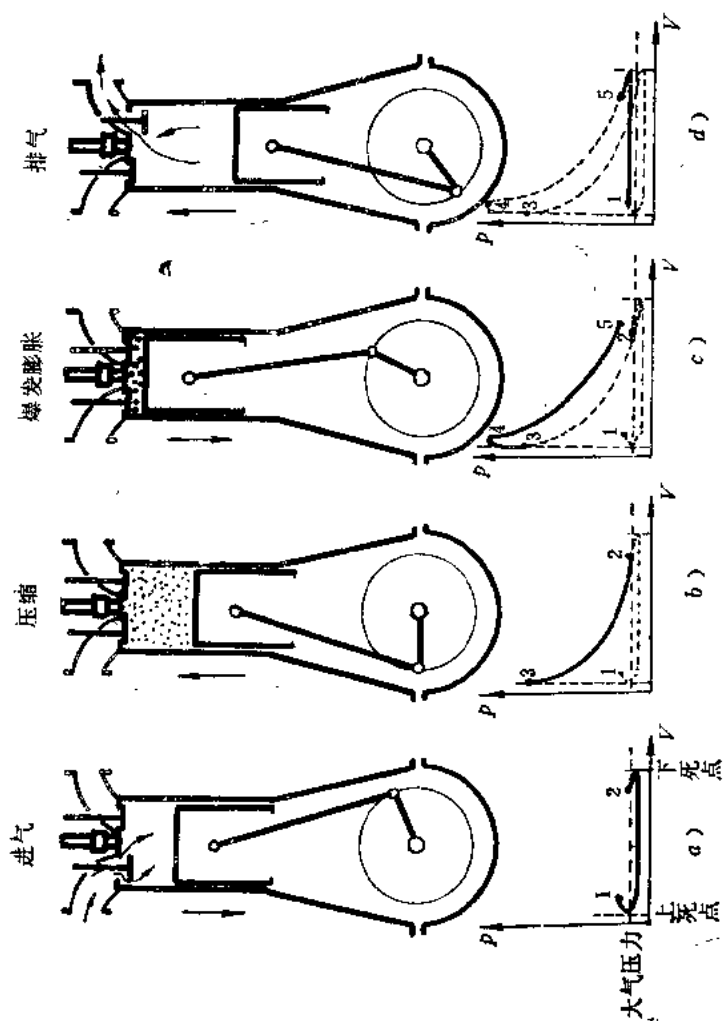


图1-4 四冲程柴油机工作过程图